ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 15 NOVEMBRE 1937.

PRÉSIDENCE DE M. EMMANUEL LECLAINCHE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** souhaite la bienvenue à M. **Basile Eginitis**, professeur à l'Université d'Athènes, qui assiste à la séance.

ÉLECTROTECHNIQUE. — *Sur le coefficient de self-inductance d'un solénoïde.* Note de M. **Robert Esnault-Pelterie**.

Dans une précédente Note, j'ai indiqué deux formules empiriques donnant le coefficient de self-inductance d'un solénoïde avec une précision relative de 0,35 pour 100 pour l'une (¹) et 1/2 millième pour l'autre. Cette coïncidence extraordinaire d'une formule très simple avec une formule exacte compliquée m'a incité à rechercher si elle n'était pas due à une cause profonde.

Désignant par x et y les rapports

$$(1) \qquad x = \frac{D}{B}, \qquad y = \frac{L_{\text{réel}}}{L_{\text{lim}}},$$

la formule de Lorenz (²) équivaut à

$$(2) \qquad y = \frac{4}{3\pi}\left(\sqrt{x^2+1}\,\frac{K-E}{x^2} + \sqrt{x^2+1}\,.E - x\right) = f(x),$$

(¹) *Comptes rendus*, 205, 1937, p. 762. — *Errata* : page 763, ligne 2, et page 764, ligne 9, lire $\pm 0{,}35$ pour 100 au lieu de ± 3 pour 100.

(²) *U. S. A. Bureau of Standards, Formulas and Tables for the Calculation of mutual and self-induction*, by Rosa and Grover, Jan. 1-1911, p. 117, et *Scientific Papers of the Institute of physical and chemical-Research*, Tokyo, par Nagaoka et Sakuraï, Liv. de septembre 1927, p. 69-180.

où K et E désignent, suivant les notations usuelles, les intégrales elliptiques complètes

(3) $$K=\int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{dt}{\sqrt{1-k^2 \sin^2 t}}, \qquad E=\int_0^{\frac{\pi}{2}} \sqrt{1-k^2 \sin^2 t}.dt$$

correspondant au module

(4) $$k=\frac{x}{\sqrt{x^2+1}} \qquad \left(\text{donc } x=\frac{k'}{k}\right).$$

Au voisinage de $x=0$ (bobine infiniment longue), la fonction $f(x)$ est développable en série de puissances, dont il suffit, pour ce qui suit, d'écrire les trois premiers termes

(5) $$y=f(x)=1-\frac{4}{3\pi}x+\frac{1}{8}x^2+\ldots;$$

la courbe représentative (F) part du point $x=0$, $y=1$, tangente à la droite d'équation

(6) $$y=1-\frac{4}{3\pi}x=1-0{,}4244x,$$

en restant au-dessus de cette droite.

Pour les grandes valeurs de x (nous ne nous occupons pas ici de savoir si la formule s'applique aux bobines très plates), la fonction $f(x)$, qui demeure toujours positive, devient un infiniment petit qui peut s'écrire

(7) $$y=f(x)=(1+\varepsilon)\frac{2}{\pi}\frac{1}{x}\operatorname{Ln} x,$$

ε tendant vers zéro en même temps que $1/x$; la courbe (F) est donc asymptote à l'axe des x.

Les courbes indiquées dans ma précédente Communication s'écrivent

(8) $$y=g(x)=\frac{1}{a+bx};$$

quelles que soient les constantes positives a et b, ce sont des hyperboles équilatères dont la branche utilisée ($x \geqq 0$) est asymptote à Ox.

Il résulte de la relation

(9) $$\lim_{x\to\infty}\frac{g(x)}{f(x)}=\frac{\pi}{2}\lim_{x\to\infty}\left(\frac{1}{1+\varepsilon}\,\frac{x}{a+bx}\,\frac{1}{\operatorname{Ln} x}\right)=0,$$

qu'à partir d'une certaine valeur de x, toutes les courbes (G) se trouveront nécessairement au-dessous de la courbe (F).

Si l'on veut, comme je l'ai fait, remplacer la courbe (F) par une courbe (G) qui la suive le mieux possible, la première idée qui vient à l'esprit est de choisir (G) tangent à (F) au point de départ $x=0$, $y=1$, ce qui, d'après le développement

$$(10) \qquad y=g(x)=\frac{1}{a+bx}=\frac{1}{a}-\frac{b}{a^2}x+\frac{b^2}{a^3}x^2-\ldots,$$

donnera pour a et b les valeurs

$$(11) \qquad a=1, \qquad b=\frac{4}{3\pi}=0,4244;$$

le développement correspondant

$$(12) \qquad y=g(x)=\frac{1}{1+\left(\frac{4}{3\pi}\right)x}=1-0,4244x+0,1801x^2-\ldots$$

montre, puisque $0,1801>1/8$, que la courbe (G) commence par passer au-dessus de (F). Comme, d'autre part, il a été démontré qu'elle doit finir par passer au-dessous de (F), on peut penser que les deux courbes ne seront jamais très distantes l'une de l'autre.

Le calcul numérique montre que, de $x=0$ à $x=1,5$, la courbe (G) s'écarte graduellement de (F), le maximum d'écart, 2,6 pour 100, ayant lieu précisément pour $x=1,5$.

Pour diminuer cet écart, on peut, tout d'abord, conserver $a=1$ (ce qui revient à maintenir communes les origines des deux courbes) et augmenter graduellement l'inclinaison de la tangente à la courbe (G) en cette origine. La comparaison des valeurs numériques ainsi obtenues avec celles de Nagaoka et Sakuraï montre que la valeur de b la plus avantageuse se trouve au voisinage de $b=0,45$. Ainsi, quand x croît de 0 à 1,5, la courbe

$$(13) \qquad y=g(x)=\frac{1}{1+0,45.x}$$

ne s'écarte pas de la courbe (F) de plus de $\pm 0,35$ pour 100; le changement de signe de l'erreur a lieu sensiblement pour $x=0,7$.

En altérant à la fois les deux coefficients a et b, on peut ajuster encore mieux la courbe (G) sur la courbe (F); si l'on prend comme je l'ai fait, $a=0,9949$ et $b=0,4572$, l'erreur tombe, dans l'intervalle qui va de $x=0,20$ à $x=1,5$, presque constamment au-dessous du demi-millième, les deux courbes se traversant plusieurs fois.

Le succès de ma formule est donc la conséquence de la nature graphique

particulière de la courbe (F), qui permet, en quelque sorte, d'ajuster sur cette courbe une hyperbole équilatère dans un intervalle qui peut être considérable.

Remarque. — La souplesse de cet ajustage est tel qu'on peut mettre à profit le fait que π^2 est très voisin de 10, et écrire

$$L = \frac{10.D.n^2}{B/D + 0,48}, \tag{14}$$

avec une précision de ± 1 pour 100 entre $B/D = 20$ et $B/D = 2/3$, ou encore

$$L = \frac{10.D.n^2}{B/D + 0,475}, \tag{15}$$

avec une précision de $\pm 0,6$ pour 100 entre $B/D = 5$ et $B/D = 2/3$; le calcul du praticien paraît ainsi réduit au minimum possible, tout en conservant une précision largement suffisante dans la plupart des cas.

Si l'on voulait pourtant conserver une haute précision [du même ordre que celle donnée par la formule (7) de la précédente note], on pourrait écrire

$$L = \frac{10.D.n^2}{B/D + 0,46} \cdot 0,992,$$

qui est d'un calcul plus simple que ladite formule (7).

M. A. **Blondel** fait hommage à l'Académie d'un Mémoire intitulé *L'évolution des méthodes de calcul des phénomènes transitoires.*

PRÉSENTATIONS.

Dans la formation d'une liste de candidats au poste de Directeur de l'Observatoire de Bordeaux, pour la première ligne M. *Gilbert Rougier* réunit l'unanimité de 48 suffrages.

Pour la seconde ligne M. *Georges Meyer* obtient 42 suffrages; il y a 2 bulletins blancs et 2 bulletins nuls.

En conséquence la liste présentée à M. le Ministre de l'Éducation Nationale comprendra :

En première ligne................ M. **Gilbert Rougier**.
En seconde ligne................. M. **Georges Meyer**.

CORRESPONDANCE.

M. **Raoul Lecoq** adresse un Rapport sur l'emploi qu'il a fait de la subvention qui lui a été accordée en 1936 sur la *Fondation Villemot*.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur la croissance et la distribution des zéros de certaines fonctions entières d'ordre positif fini*. Note de M. **A. Pfluger**, présentée par M. Paul Montel.

Étant donné une fonction $f(x)$, d'ordre non entier ρ et du type moyen, cette fonction est, à l'exception d'un facteur exponentiel d'ordre inférieur à ρ, égale au produit canonique de Weierstrass formé à l'aide des zéros de $f(z)$. Donc l'indicateur de croissance

$$h(\varphi)=\limsup_{r\to\infty}\frac{1}{r^\rho}\log|f(re^{i\varphi})| \tag{1}$$

est déterminé par la distribution asymptotique de ces zéros. Cette distribution étant donnée, je me propose de calculer $h(\varphi)$. J'ai résolu ce problème pour le cas spécial où la limite

$$\lim_{r\to\infty}\frac{n(r,\varphi)}{r^\rho}=\mathrm{N}(\varphi)$$

existe dans tout l'intervalle $0\leqq\varphi\leqq 2\pi$; $n(r,\varphi)$ désigne le nombre des zéros de $f(z)$ situés dans le secteur $0\leqq \arg z<\varphi$, $0\leqq|z|\leqq r$.

Je pars du lemme d'après lequel on a

$$\lim_{r\to\infty}\frac{1}{r^\rho}\log|\varpi(re^{i\varphi})|=\frac{\pi\mathrm{D}}{\sin\rho\pi}\cos\rho\varphi \qquad (|\varphi|<\pi),$$

pour chaque produit canonique $\varpi(z)$ dont les zéros sont situés sur l'axe réel négatif et satisfont à la condition

$$\lim_{r\to\infty}\frac{n(r)}{r^\rho}=\mathrm{D} \qquad (\rho\neq 0, 1, 2, \ldots), \tag{2}$$

et je démontre que la croissance d'un produit canonique $\varpi_\delta(z)$, dont les zéros sont situés dans l'angle $|\arg z-\pi|\leqq\delta$ et qui satisfont à la condi-

tion (2), s'approche d'autant plus de celle de $\varpi(z)$, que δ s'approche plus de zéro. Alors, en divisant le plan en un nombre suffisamment grand d'angles égaux et en appliquant cette proposition à chacun de ces angles, on trouve, par passage à la limite,

$$(3)\qquad h(\varphi)=\frac{\pi}{\sin\rho\pi}\int_0^{2\pi}\cos(\rho\pi-\rho\theta)\,d\mathrm{N}(\varphi+\theta)\qquad(|\varphi|<\pi),$$

$d\mathrm{N}(\varphi)$ étant prolongé périodiquement hors de l'intervalle $(0, 2\pi)$.

Il résulte, en outre, qu'exception faite d'un ensemble de mesure linéaire nulle dans l'intervalle $0\leqq\pi<\infty$, la limite supérieure dans (1) doit être remplacée par la limite exacte.

La relation entre $\mathrm{N}(\varphi)$ et $h(\varphi)$, donnée par la formule (3), présente une interprétation géométrique simple. Considérons, à cet effet, l'enveloppe des droites

$$x\cos(\rho\varphi)+y\sin(\rho\varphi)-h(\varphi)=0\qquad(\varphi_1<\varphi<\varphi_2),$$

et désignons la longueur de cet arc de courbe par $\mathcal{L}(\varphi_1, \varphi_2)$. Alors on trouve

$$\mathcal{L}(\varphi_1, \varphi_2)=2\pi[\mathrm{N}(\varphi_2-0)-\mathrm{N}(\varphi_1+0)].$$

Ces méthodes peuvent être généralisées sans difficulté aux fonctions méromorphes et aux fonctions d'ordre précisé.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur un critère de famille normale.* Note de M. **Georges Valiron**, présentée par M. Paul Montel.

En employant les compléments au théorème de M. Bloch que j'avais signalés et utilisés [1], j'ai obtenu cet énoncé [2] :

I. *Les fonctions $f(z)$ qui sont holomorphes et qui ne s'annulent pas dans un domaine fini* D *forment une famille normale dans* D *si, k entier et* M *étant des nombres positifs donnés arbitraires, la dérivée d'ordre k de chaque fonction $f(z)$ de la famille a son module moindre que* M *aux points où $f(z)$ prend la valeur* 1.

Je vais montrer qu'on peut rattacher cette proposition à une théorie

---

(1) *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 1825-1828.

(2) La démonstration par cette méthode, qui est donnée dans un fascicule sous presse, pourrait être un peu simplifiée.

générale de M. Ahlfors, qui contient ce théorème ([3]) : *Donnons-nous arbitrairement quatre cercles finis extérieurs les uns aux autres dans le plan des* Z. *Si* $Z = g(z)$ *est une fonction holomorphe pour* $|z| < 1$ *et si sa fonction inverse* $z = G(Z)$, $|z| < 1$, *n'a pas de branche qui soit holomorphe dans l'un au moins des quatre cercles, on a* $|g(z)| < K[|g(0)|, |z|]$, *la fonction* K *ne dépendant que de la position relative des quatre cercles.*

On sait que, pour établir un énoncé tel que I, il suffit de prouver que

II. A, m, k *étant des nombres positifs arbitrairement donnés,* k *entier,* $A > 1$, *si la fonction* $f(z)$ *est holomorphe et ne s'annule pas dans le cercle* $|z| < 1$, *si* $|f(0)| < A$ *et si* $|f^{(k)}(z)| < m$ *aux points du cercle où* $f(z) = 1$, *on a, pour* $|z| < 1/4$, $|f(z)| < \Omega(A, m, k)$.

Pour le démontrer, considérons un rayon arbitraire, $\arg z = \text{const.}$, $|z| < 1/4$: ou bien on aura $|f(z)| < A$ sur tout ce rayon, ou bien il existera sur ce rayon un point z_0 tel que $|f(z_0)| = A$. Plaçons-nous dans ce second cas. La fonction $F(\zeta) = f(z_0 + 1/2\zeta)$, holomorphe et non nulle dans $|\zeta| < 1$, vérifie les conditions $|F(0)| = A$, $|F^{(k)}(\zeta')| < 2^{-k}m$, si $F(\zeta') = 1$; on peut l'écrire

$$F(\zeta) = A e^{i\lambda + g(\zeta)},$$

λ étant réel, $g(0) = 0$. Si $\zeta = G(Z)$ est la fonction inverse de $Z = g(\zeta)$, $|\zeta| < 1$, on a

$$F^{(k)}(\zeta) = \frac{F(\zeta)}{G'(Z)^k}\left[1 + P_k\left(\frac{G''}{G'}, \frac{G'''}{G'}, \ldots, \frac{G^{(k)}}{G'}\right)\right],$$

P_k étant un polynome à coefficients numériques.

Il est impossible qu'une branche de $G(Z)$ soit holomorphe dans un cercle $|Z - i\mu| < B$ si μ est réel et si B est supérieur à $C = \pi + \log A$ et à une fonction convenable de m et k. Car l'équation $F = 1$ équivaut à

$$Z = (2\pi n - \lambda)i - \log A,$$

où n est un entier arbitraire, et cette équation est vérifiée en un point Z_1 du cercle considéré, la distance de Z_1 au centre $i\mu$ étant inférieure à C. La branche considérée de $G(Z)$ est univalente et de module moindre que 1 dans le cercle $|Z - Z_1| < B - C$, on a donc

$$(B - C)|G'(Z_1)| < 1, \qquad \left|\frac{G^{(q)}(Z_1)}{G'(Z_1)}\right| < e q\, q!\, (B - C)^{1-q}.$$

([3]) *Acta Societatis Scientiarum Fennicae,* 2, II, 1926, p. 1-17. M. Bloch a énoncé un théorème analogue, avec trois cercles seulement (*Mémorial des Sciences math.*, 20, 1926, p. 46).

Il s'ensuit que, si B est assez grand, le module de P_k au point Z_1 sera moindre que 1/2 et que l'on aura, contrairement à l'hypothèse,

$$|F^{(k)}(\zeta_1)| > \frac{1}{2}(B - C)^k > \frac{m}{2^k}, \qquad F(\zeta_1) = 1, \qquad \zeta_1 = G(Z_1).$$

Ayant montré qu'aucune branche de $G(Z)$ ne peut être holomorphe dans un cercle $|Z - i\mu| < B$, quel que soit μ réel, il suffit de choisir quatre de ces cercles extérieurs les uns aux autres et d'appliquer le théorème d'Ahlfors, pour en déduire que $|g(\zeta)|$ est borné pour $|\zeta| < 1/2$ par un nombre qui ne dépend que de A, m, k. Ainsi, dans le second cas comme dans le premier, $|f(z)|$ est borné, sur un rayon arbitraire du cercle $|z| < 1/4$, par une fonction de A, m, k. Le lemme II est établi. On pourrait expliciter la valeur de $\Omega(A, m, k)$.

On peut généraliser de diverses façons; par exemple :

III. *Les fonctions $f(z)$ holomorphes et qui ne s'annulent pas dans un domaine fini* D *y forment une famille normale si,* M *et le polynome* T *étant donnés, on a, pour chaque fonction de la famille,* $|T(f', f'', \ldots, f^{(k)})| < M$ *lorsque* $f = 1$ [4].

Dans un ordre d'idées voisin, le théorème de M. Ahlfors montre que si a, b, c, d sont donnés, finis et distincts, il existe un nombre $m(a, b, c, d)$ tel que les fonctions $f(z)$ holomorphes dans un domaine D et dont la dérivée première $f'(z)$ a son module inférieur à $m(a, b, c, d)$ lorsque $f(z)$ prend l'une quelconque des valeurs a, b, c, d forment une famille normale dans D.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Étude photométrique de la variable* BD — 1° 1004. Note [1] de M. **John Ellsworth**, présentée par M. Ernest Esclangon.

1. L'étoile BD — 1° 1004 a été reconnue variable par M. J. Dufay en 1929-1930 [2]. Il s'agit d'une double spectroscopique du type B3, dont l'orbite a été déterminée par J. S. Plaskett et W. E. Harper [3]. La période spectroscopique est $27^j,160$, l'excentricité $e = 0,76$; la ligne des apsides serait dans la direction du rayon visuel. Nous avons effectué sur

---

(4) On suppose que si l'on remplace dans T les indices de dérivation par des puissances, le terme de plus haut degré ne disparaît pas.

(1) Séance du 8 novembre 1937.

(2) *Journal des Observateurs*, **13**, 1931, p. 144.

(3) *Astrophysical Journal*, **30**, 1909, p. 373-382.

cette étoile un grand nombre de mesures photométriques visuelles et photographiques.

2. *Mesures visuelles* (1931-1935). — Elles sont au nombre de 349, faites avec un photomètre à œil de chat, utilisant l'étoile de comparaison ε Orionis. Les premières années d'observation montrent que les variations d'amplitude, inférieures à 0,5 magnitude, étaient continuelles et très rapides. Il était donc nécessaire de la suivre pendant des soirées entières. Les 140 observations faites ainsi du 22 novembre 1934 au 1er avril 1935 ont conduit à admettre la période $0^j,440230$, avec deux minima et deux maxima par période.

3. *Mesures photographiques* (1935-1937). — On photographie le champ de la variable au foyer d'un objectif Stenheil de 10cm d'ouverture. Chaque cliché comporte une série de poses de durées croissantes (20, 30, 45, 68 secondes), qui servent à l'étalonnage, et 8 ou 10 poses de 30 ou 45 secondes. On mesure au microphotomètre de Fabry et Buisson les *densités globales* de toutes les images des étoiles BD — 1°1004 et BD — 1°935 en éclairant sur la plaque un cercle de diamètre un peu supérieur à celui de la plus grande image [3].

En portant en abscisses les logarithmes des temps de pose, en ordonnées les densités globales, on obtient deux courbes de noircissement sensiblement rectilignes, dont chacune correspond à l'une des deux étoiles. Ces deux courbes se déduisent l'une de l'autre par une translation parallèle à la ligne des abscisses; translation qui mesure le logarithme du rapport des temps de pose ($\log t_2/t_1$) nécessaires pour obtenir la même *densité globale* avec les deux étoiles d'éclat E_1 et E_2. On peut, dans la région d'exposition normale, appliquer la relation de Schwartzschild

$$E_1 t_1^p = E_2 t_2^p,$$

qui permet de calculer la différence de magnitude des deux étoiles par la formule

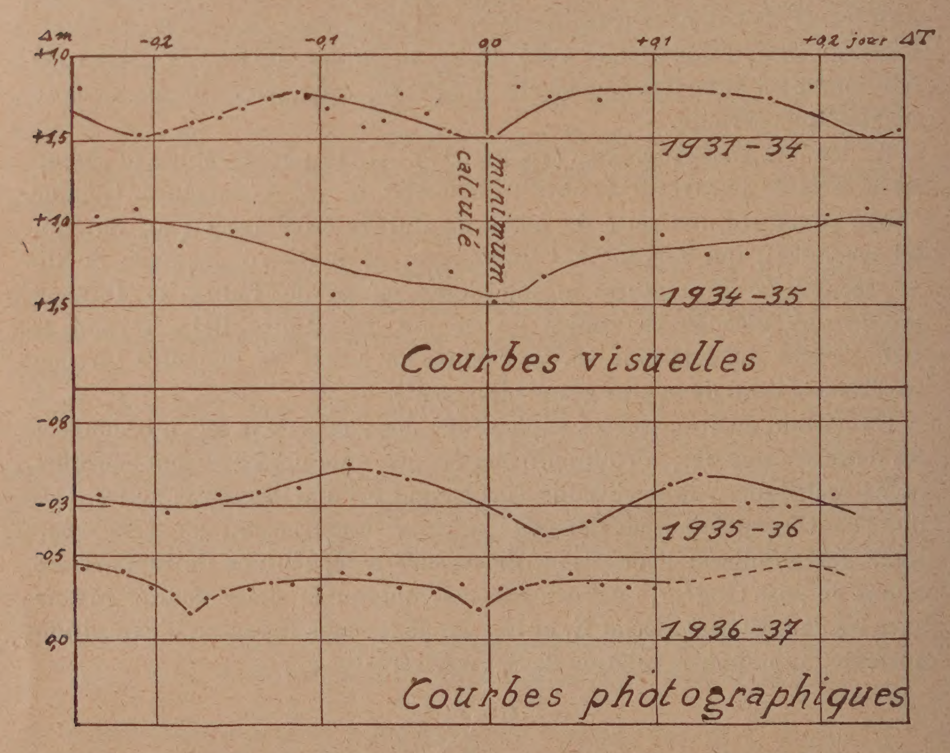
$$\Delta m = 2,5\, p \log \frac{t_2}{t_1}.$$

Des poses auxiliaires faites au laboratoire permettent de déterminer, à quelques centièmes près, le facteur p. Lorsque Δm est suffisamment petit, l'incertitude sur le facteur p est pratiquement sans importance ainsi, dans

(3) S. P. Liau, *Publications de l'Observatoire de Lyon*, 1, 1935, fasc. 13, p. 3-12.

le cas actuel, une erreur de 5 pour 100 sur p n'entraîne qu'une erreur de 0,02 magnitude sur Δm qui est en moyenne voisin de 0,4.

Nous avons effectué par cette méthode 228 observations sur 30 clichés du 29 décembre 1935 au 19 mars 1936, et 235 observations sur 24 clichés du 1er janvier au 15 février 1937. Elles confirment la période déduite des observations visuelles.



4. La discussion de l'ensemble des observations conduit à la formule suivante pour l'époque des minima principaux

$$\text{min.} = \text{J. J. } 2427764,5388 + 0,44023842\ \text{E}.$$

Les quatre courbes de lumière moyennes reproduites dans la figure ci-dessus (deux visuelles et deux photographiques) montrent que la forme de la courbe et son amplitude sont variables. Cette dernière pourrait varier de 0,2 à 0,5 magnitude. Les observations individuelles indiquent des déformations encore plus importantes d'une époque à l'autre.

Ainsi l'étoile BD — 1°1004 n'est probablement pas une variable à

éclipses. La période photométrique trouvée n'a d'ailleurs aucun rapport avec la période spectroscopique. L'une des deux composantes du système doit présenter des variations propres, comme dans le cas du système double visuel 13 Ceti. Les caractères de la variation : période très courte, amplitude faible, variations de la forme de la courbe de lumière, tendent à rapprocher cette étoile des variables du type β Cephei (spectre BI) qui appartiennent à la classe B.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Le passage de Mercure devant la couronne solaire*. Note de M. **Bernard Lyot**, présentée par M. Ernest Esclangon.

Le 11 mai 1937, la planète Mercure est passée tangentiellement au disque solaire pour le point du globe qui avait le Soleil au zénith.

L'observation de ce phénomène avec une simple lunette était réservée aux habitants de l'hémisphère Sud. Pour la région parisienne, Mercure restait extérieur au Soleil; il passait, par contre, devant les régions australes de la couronne intérieure, à moins de 3′ du bord solaire, pendant 5 heures environ, de $6^h 30^m$ à $11^h 30^m$. La plus courte distance des bords des deux astres était de 5″, elle avait lieu à $9^h 1^m$.

Nous avons profité de ces circonstances favorables pour essayer d'observer le disque de Mercure se projetant devant la couronne. L'expérience avait été tentée sans succès par de nombreux observateurs en plaine, avec des lunettes ordinaires qui diffusaient une quantité de lumière considérable; il était utile de la répéter dans de bien meilleures conditions.

Nous avons utilisé, à cet effet, notre coronographe de 20^{cm} d'ouverture (1) placé au Pic du Midi, le long de l'équatorial. Cet appareil était muni d'un disque de $37^{mm},8$ sur lequel se formait l'image du Soleil et qui débordait celle-ci de 20 secondes d'arc. L'image de ce disque, agrandie à 80^{mm} de diamètre, était projetée, soit dans un appareil de prise de vues cinématographiques utilisant du film de 35^{mm}, soit dans une chambre photographique permettant de faire six images de 60^{mm} de côté sur une plaque 13×18. Chacun de ces deux appareils était muni d'un miroir mobile et d'un oculaire qui permettaient d'observer l'image entre les poses.

Du 25 avril, début de notre séjour au Pic, jusqu'au 11 mai, le ciel est resté constamment couvert ou voilé de cirrus qui rendaient toute observation

(1) *L'Astronomie*, 51, mai 1937, p. 203.

de la couronne impossible. Le 11 mai, de 6^h à 9^h, pendant la première moitié du passage, l'Observatoire était au milieu des cumulus, il neigeait. De brèves éclaircies laissaient voir le Soleil par instant, à travers une couche dense de cirrus.

Renonçant à tourner un film dans ces conditions, nous avons installé la chambre photographique. Peu après, les cumulus se sont éloignés tandis que les cirrus se dissolvaient assez rapidement.

A 9^h56^m, les protubérances sont apparues et nous avons commencé les poses photographiques.

A 10^h15^m, on voyait Mercure sur une protubérance; dans l'oculaire, nous avons pu suivre son déplacement sur la protubérance jusqu'à 10^h37^m et ensuite sur la couronne. Le disque sombre de la planète, devenant de plus en plus pâle, disparut vers 11^h10^m. A partir de 11^h30^m, les cirrus, de nouveau très épais, ont empêché de poursuivre les observations.

Les poses, au nombre de 22, ont été faites sur plaques panchromatiques Guilleminot 200 H et D, à grands contrastes, à travers un filtre rouge qui laissait passer les longueurs d'onde supérieures à 6350 Å et avec un temps d'exposition de 1 à 3 secondes. Sur la plupart des images, le ciel est strié, jusqu'à 5' environ du bord solaire, par le passage des cristaux de glace des cirrus; cependant quinze d'entre elles, prises entre 10^h16^m et 11^h13^m, montrent le disque de la planète nettement délimité et beaucoup plus contrasté qu'à l'observation directe, depuis 1' jusqu'à 2'37'' du bord solaire.

Aucune ligne brillante, aucun point brillant n'apparaît au bord du disque de Mercure.

A la même distance angulaire du Soleil, Vénus s'est montrée au contraire entourée, lors de ses derniers passages, d'un anneau brillant que la lumière diffusée par les lunettes, environ mille fois supérieure à celle de la couronne, ne réussissait pas à effacer. Mercure ne peut donc avoir qu'une atmosphère peu épaisse et faiblement diffusante. Sa distance au bord solaire, le 11 mai, était de 0,45. Dans ces conditions, si la réfraction à sa surface avait dépassé 2'15'', les couches basses de l'atmosphère, à l'opposé du Soleil, se seraient illuminées assez fortement pour être visibles, même sous une épaisseur de quelques centaines de mètres seulement.

Il serait bon de reprendre cette expérience dans des circonstances atmosphériques meilleures. Notre coronographe permettrait de photographier Mercure facilement jusqu'à 30'' et même jusqu'à 20'' du bord solaire, on pourrait déceler ainsi une atmosphère trois fois plus faible.

PHYSIQUE THÉORIQUE. — *Sur le passage des protons très rapides à travers la matière.* Note (1) de M. **Mircea Drăganu**, présentée par M. Louis de Broglie.

Dans la description des phénomènes de collision, où des corpuscules secondaires sont émis par le passage des corpuscules très riches en énergie à travers la matière, il semble juste, d'après W. Heisenberg (2), d'introduire des interactions de la nature que Fermi a conçues dans sa théorie du rayonnement β.

J'ai calculé, dans l'approximation de Born, la section efficace différentielle du phénomène de l'émission d'un positon par le choc d'un proton très rapide avec un noyau. Le phénomène doit être conçu comme s'effectuant par deux étapes, un seul état intermédiaire étant possible. Dans l'état initial le noyau possède l'énergie E_K^0 et l'impulsion $\vec{P}_K^0$, le proton incident l'énergie et l'impulsion E^0, $\vec{P}^0$. Sous l'influence d'une perturbation coulombienne le noyau et le proton changent leurs énergies et impulsions initiales. Le noyau possédera l'énergie et l'impulsion finales E_K, $\vec{P}_K$, le proton, l'énergie et l'impulsion intermédiaires E', $\vec{P}'$. Enfin, sous l'action d'une perturbation du type Fermi, le proton émet un positon et un neutrino d'énergie et d'impulsion ε, $\vec{p}$, ε', $\vec{p}'$ et tombe dans l'état quantique neutronique E, $\vec{P}$. Les impulsions sont exprimées en unités d'énergie.

En particulier, on a employé pour la perturbation de Fermi l'expression relativiste donnée par v. Weizsaecker (3), dont l'élément de matrice s'écrit, dans notre cas,

$$\mathcal{H}_{ks}^{lr} = g \sum_{\mu} \sum_{\lambda\varkappa} \sum_{\rho\sigma} \int \Phi_l^*(\vec{r}, \lambda)\, \varphi_r^*(\vec{r}, \rho)\, \gamma_{\lambda\rho,\varkappa\sigma}^{\mu\mu}\, \Psi_k(\vec{r}, \varkappa)\, \psi_s(\vec{r}, \sigma)\, d\vec{r},$$

où $\Phi_l(\vec{r}, \lambda)$, $\varphi_r(\vec{r}, \rho)$, $\Psi_k(\vec{r}, \varkappa)$, $\psi_s(\vec{r}, \sigma)$ sont respectivement les fonctions propres de Dirac pour le neutron, neutrino, proton et positon, $\gamma_{\lambda\rho,\varkappa\sigma}^{\mu\mu} = \alpha_{\lambda\varkappa}^{\mu}\alpha_{\rho\sigma}^{\mu}$ étant défini comme le produit direct (4) entre deux opérateurs de

---

(1) Séance du 11 octobre 1937.

(2) *Zeits. f. Phys.*, **101**, 1936, p. 533.

(3) *Zeits. f. Phys.*, **102**, 1936, p. 572.

(4) E. Wigner, *Gruppentheorie*, Braunschweig, p. 19.

Dirac $\gamma = \alpha^{\mu} \times \alpha^{\mu}$. La sommation sur les indices grecs doit être étendue de o jusqu'à 3; la matrice $\alpha^{(0)}$ est définie par la notation $\alpha^{(0)} = i\mathfrak{S}$ ($\mathfrak{S}$ étant la matrice unitaire), les autres trois sont les matrices habituelles de Dirac.

On a généralisé ensuite la méthode donnée par Casimir pour sommation sur les indices du spin. en remplaçant le produit $u_1(\sigma_1)u_2(\sigma_2)$ par $[(E_1 + H_1)/2E_1] \times [(E_2 + H_2)/2E_2]\, u_1(\sigma_1)\, u_2(\sigma_2)$, u_1 et u_2 étant les amplitudes propres de Dirac d'un système des particules qui peuvent être considérées comme libres, H_1, E_1, H_2, E_2 étant leurs hamiltoniens et leurs énergies. On a utilisé aussi les formules

$$(A \times B)(C \times D) = AC \times BD, \qquad Sp(A \times B) = SpA\, SpB,$$

A, B. C, D étant des opérateurs définis, dans notre problème, comme les produits matriciels des matrices α, β de Dirac.

On a obtenu ainsi, le noyau étant supposé suffisamment lourd, la formule générale

$$dQ = \frac{\pi}{c_0 E^0 \hbar} \frac{(4\pi\hbar^2 c^2 Z e^2 g)^2}{\left(\vec{P}' - \vec{P}^0\right)^4 (E^{02} - E'^2)^2} F \frac{P p p'}{(2\pi\hbar c)^9} \frac{dE}{dE_f}\, d\varepsilon\, d\varepsilon'\, d\Omega\, d\omega\, d\omega';$$

la fonction F ayant la valeur

$$\begin{aligned}
F = {} & (2E^{03}E + 6\mu^2 E^0 E - 3E^{02}\mu^2 - \mu^4)\varepsilon\varepsilon' \\
& + 2(E^0 E + \mu^2)\varepsilon\varepsilon' \vec{P}'^2 - (E^{02}E - E\mu^2)\left(\varepsilon'\left(\vec{P}^0, \vec{p}\right) + \varepsilon\left(\vec{P}^0, \vec{p}'\right)\right) \\
& - 2(E^{02}E + E\mu^2)\left(\varepsilon'\left(\vec{P}', \vec{p}\right) + \varepsilon\left(\vec{P}', \vec{p}'\right)\right) \\
& - (E^{03} + 3E^0\mu^2)\left(\varepsilon'\left(\vec{P}, \vec{p}\right) + \varepsilon\left(\vec{P}, \vec{p}'\right)\right) + (4E^0E - 2\mu^2)\varepsilon\varepsilon'\left(\vec{P}', \vec{P}^0\right) \\
& + (3E^{02}\mu^2 + \mu^4)\left(\vec{p}, \vec{p}'\right) + 2\mu^2\left(\vec{P}^0, \vec{P}'\right)\left(\vec{p}, \vec{p}'\right) \\
& + (E^{02} - \mu^2)\left[\left(\vec{P}^0, \vec{p}\right)\left(\vec{P}, \vec{p}'\right) + \left(\vec{P}, \vec{p}\right)\left(\vec{P}^0, \vec{p}'\right)\right] \\
& + 2(E^{02} + \mu^2)\left[\left(\vec{P}', \vec{p}\right)\left(\vec{P}, \vec{p}'\right) + \left(\vec{P}, \vec{p}\right)\left(\vec{P}', \vec{p}'\right)\right] \\
& + 2E^0\left[\varepsilon'\left(\vec{P}', \vec{P}^0\right)\left(\vec{P}, \vec{p}\right) + \varepsilon\left(\vec{P}', \vec{P}^0\right)\left(\vec{P}, \vec{p}'\right)\right] \\
& - E^0\left[\varepsilon' \vec{P}'^2\left(\vec{P}, \vec{p}\right) + \varepsilon \vec{P}'^2\left(\vec{P}, \vec{p}'\right)\right] \\
& - E\left[\varepsilon'\left(2(P', P^0)(P', p) - P'^2(P^0, p)\right) + \varepsilon\left(2\left(\vec{P}', \vec{P}^0\right)\left(\vec{P}', \vec{p}'\right) - \vec{P}'^2\left(\vec{P}^0, \vec{p}'\right)\right)\right] \\
& + \frac{3}{2}\left(\vec{P}^0, \vec{P}'\right)\left[\left(\vec{P}, \vec{p}\right)\left(\vec{P}', \vec{p}'\right) + \left(\vec{P}', \vec{p}\right)\left(\vec{P}, \vec{p}'\right)\right] \\
& - \frac{1}{2}\vec{P}'^2\left[\left(\vec{P}, \vec{p}\right)\left(\vec{P}^0, \vec{p}'\right) + \left(\vec{P}, \vec{p}'\right)\left(\vec{P}^0, \vec{p}\right) + \left(\vec{P}, \vec{P}^0\right)\left(\vec{p}, \vec{p}'\right)\right].
\end{aligned}$$

v_0 est la vitesse initiale du proton, μ son énergie de repos, E_f l'énergie finale totale, Ω, ω, ω' les angles solides. La masse du neutrino est supposée nulle. Si l'on remplace $\vec{P}'$ par sa valeur tirée de la loi de la conservation de l'impulsion, on peut obtenir facilement la section efficace différentielle en fonction des angles qui peuvent être mesurés expérimentalement.

PHYSIQUE THÉORIQUE. — *Phénomène d'échange quantique et isomérie nucléaire; nouvelle méthode de détermination de celle-ci.* Note de M. **Théodore Kahan**, présentée par M. Louis de Broglie.

Un effet quantique particulièrement caractéristique se produit dans le cas de molécules lorsque la présence de deux (ou plusieurs) noyaux parfaitement identiques (donc indiscernables) donne lieu à une dégénérescence d'échange conduisant à l'apparition de plusieurs systèmes de termes dans les spectres de bandes entre lesquels nulle transition n'est possible. Ce même effet quantique se fait aussi sentir dans l'étude de la variation de la chaleur spécifique de rotation avec la température, de molécules diatomiques homonucléaires, ainsi que dans les processus de choc entre particules de même espèce (diffusion, avec échange quantique, de protons dans H_2, etc.).

Précisons, pour la suite, cet effet d'échange sur la structure des spectres de bandes de molécules diatomiques. Dans le cas de molécules à noyaux de même espèce dépourvus de spins, à la même énergie propre du mouvement des noyaux correspondent deux fonctions propres de de Broglie-Schrödinger; l'une est invariante par rapport à un échange des deux noyaux (fonction symétrique), l'autre (antisymétrique) change de signe. La fonction d'onde de rotation est symétrique pour un nombre quantique de rotation J pair, et antisymétrique pour J impair. Si donc les noyaux en question obéissent au principe de Pauli, seuls les états antisymétriques avec J impair existeront par exemple, et inversement, lorsque les noyaux suivent la statistique Bose-Einstein. Effectivement, dans le spectre de bandes de C_2, O_2, un seul des deux systèmes de termes se présente, ce qui montre que les noyaux correspondants sont dépourvus de spin. L'interdiction de transition entre les deux systèmes de termes reste encore sensiblement valable dans le cas de noyaux indiscernables possédant un spin. On peut échanger les deux noyaux en permutant d'abord les coordonnées de position, ensuite les spins. Il y aura des états para et des états ortho. Il se produit alors entre les raies de nombre quantique de rotation pair et

impair une alternance régulière d'intensités, découverte par Mecke et interprétée quantiquement par Heisenberg (¹).

Lorsque les deux noyaux de la molécule sont différents, il ne se produit pas de dégénérescence quantique et il n'existe qu'un seul système d'états, sans alternance d'intensités. Combien ce phénomène typiquement quantique est lié à l'indiscernabilité des noyaux, c'est ce qui ressort du fait que nulle trace n'en fût observée dans le cas de molécules à noyaux isotopes telles que $^{6}Li\,^{7}Li$, $^{16}O\,^{17}O$, etc.

Or, on a récemment découvert des noyaux dits isomères, ayant le même nombre atomique et le même nombre de masse, mais possédant une structure interne différente (répartitions différentes de niveaux nucléaires par exemple). Un exemple typique est le noyau $^{80}_{35}Br$, à radioactivité induite, existant en deux variétés, caractérisées chacune par une période propre (4 heures 2 minutes et 18 minutes) (²).

Comme deux noyaux isomères ne sont plus absolument indiscernables au point de vue quantique, le phénomène d'échange quantique ne saurait se produire.

Il découle donc de ces considérations une nouvelle méthode de détermination de l'isomérie nucléaire. Deux cas peuvent en effet se présenter par exemple lors de l'étude du spectre de bandes de molécules homonucléaires ou dans le processus de choc entre noyaux de même espèce :

1° noyaux de même espèce, non isomères, d'où alternance d'intensités ou diffusion avec effet d'échange quantique;

2° noyaux de même espèce, mais isomères, d'où absence d'alternance d'intensité et de diffusion avec effet d'échange.

Ainsi, par exemple, si une molécule diatomique avec deux noyaux de même espèce X présente une alternance d'intensités dans son spectre de bandes, cette alternance disparaîtra en remplaçant un noyau X par son isomère X′, d'où mise en évidence de l'isomérie.

Il semble donc qu'on puisse, par cette méthode, déterminer l'isomérie des noyaux légers en étudiant par exemple leur spectre de bandes (^{7}Li, ^{12}C, ^{14}N etc.).

(¹) *Z. f. Phys.*, 41, 1927, p. 239.

(²) Cf. par exemple Fleischmann, *Z. f. Physik*, 107, 1937, p. 205.

PYROMÉTRIE. — *Perfectionnements à la technique de la mesure des températures des flammes.* Note de M. **Gustave Ribaud**, présentée par M. Aimé Cotton.

Flammes éclairantes. — Nous rappelons que la mesure de la température d'une flamme contenant des particules solides en suspension peut s'effectuer de façon précise par la méthode optique de Kurlbaum. Si l'on dispose entre un pyromètre et un corps noir à température T une flamme absorbante de température T_0, la visée sera identique à ce qu'elle est sur le corps noir seul si la température T est égale à T_0; la présence de la flamme est alors sans influence, la quantité de lumière émise par elle étant égale à celle qu'elle absorbe. La méthode précédente, mise en œuvre par escamotage de la flamme, nécessite de nombreux tâtonnements.

Nous avons pu supprimer ces derniers et rendre la méthode très rapide en réalisant un montage dans lequel la lumière émise par une source (corps noir ou mieux lampe à ruban de tungstène) traverse deux circuits optiques distincts pour donner en définitive deux images de la source sur les plages d'un cube de Lummer. En l'absence de flamme les deux images sont amenées d'abord à avoir même brillance, grâce à un dispositif de réduction approprié qui compense la différence de transmission des deux circuits; on interpose alors la flamme et l'on règle l'intensité de la source jusqu'à ce que les deux images conservent même brillance.

Il ne reste plus qu'à déterminer au pyromètre la température de la source, ou, de façon plus précise, la température de brillance de l'image de cette source formée sur la flamme. Si l'on a au préalable établi la correspondance entre cette dernière température et le courant électrique qui alimente la source, on voit que la mesure de la température d'une flamme absorbante se ramène à une simple égalisation photométrique, extrêmement rapide.

Nous avons cherché à perfectionner cette dernière méthode de façon à la rendre encore plus automatique. A cet effet, au lieu d'utiliser une source de brillance uniforme, on s'arrange pour que cette brillance varie de façon continue, par exemple au moyen d'un ruban de tungstène de largeur non uniforme ou d'un ruban ordinaire dont on forme l'image sur un secteur tournant dont le facteur de réduction varie linéairement. Les deux images finales du montage précédent, formées de part et d'autre de la ligne de séparation du cube de Lummer, sont amenées d'abord à l'égalité en l'absence de flamme et cela sur toute leur longueur; après interposition de

la flamme à mesurer, ces deux images ne présentent plus l'égalité de brillance qu'en un point seulement, qui se trouve correspondre à la brillance précisée plus haut. La mesure, ainsi mise en œuvre, peut s'effectuer photographiquement; grâce à des repères, convenablement disposés sur la source de brillance non uniforme, on pourra préciser sans difficulté la température correspondant à l'égalité de brillance.

Flammes non éclairantes. — On se rend facilement compte que la technique précédente peut être aisément adaptée à la mesure de la température d'une flamme non éclairante effectuée par la méthode de Féry (renversement d'une raie métallique au sein de la flamme).

L'utilisation d'une source de brillance non uniforme dont on forme l'image finale sur la fente du spectroscope permet d'obtenir par un seul pointé, photographique ou visuel, la zone dans laquelle la raie métallique disparaît sur le fond lumineux de la source; on évite, ici encore, d'avoir à faire varier la température de la source jusqu'à ce que la disparition soit atteinte, réalisant ainsi une mesure automatique.

Les détails de montage et les résultats seront donnés dans une publication ultérieure plus complète.

ÉLECTRICITÉ INDUSTRIELLE. — *Méthode pour l'essai des disjoncteurs de grande puissance pour réseaux à haute tension.* Note de M. **J. Bethenod**, transmise par M. André Blondel.

La puissance des disjoncteurs utilisés sur les réseaux à haute tension augmentant sans cesse, on s'est préoccupé déjà de trouver une méthode d'essai permettant de leur faire subir artificiellement chez le constructeur les épreuves voulues, avant leur mise en service, sans cependant mettre en jeu la puissance pour laquelle ils sont établis.

Diverses méthodes ont été ainsi proposées; elles consistent généralement à faire passer dans le disjoncteur un courant égal à celui qu'il doit pouvoir couper, au moyen d'un alternateur de tension réduite, et à appliquer à ces contacts, à partir du moment de la séparation des contacts, une tension dont l'allure en fonction du temps reproduit aussi fidèlement que possible, dans les conditions réelles de fonctionnement du disjoncteur, ce que les électriciens appelent la *tension de rétablissement.* Si le dispositif utilisé à cet effet ne requiert lui-même qu'une puissance relativement

modérée, le problème peut être considéré comme résolu. Mais les dispositifs proposés ou expérimentés jusqu'ici ne paraissent pas donner complète satisfaction, pour des motifs divers.

La méthode qui fait l'objet de la présente Note paraît plus satisfaisante :

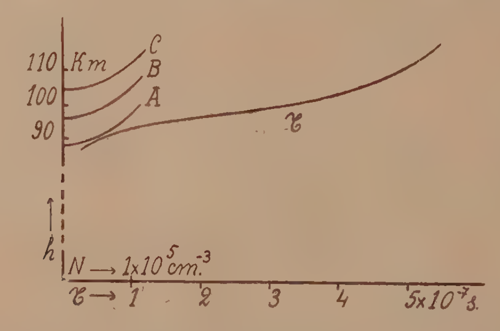
Au moyen d'une source auxiliaire, on charge un condensateur C_1 ; et grâce à la fermeture brusque d'un interrupteur, selon un dispositif facile à concevoir, à partir du moment de la séparation des contacts du disjoncteur en essai, ce condensateur est utilisé *à charger* lui-même un second condensateur C_2 placé aux bornes dudit disjoncteur. Cette charge étant opérée par l'intermédiaire d'une résistance ohmique R convenablement choisie, on peut ainsi appliquer aux contacts du disjoncteur une tension *croissante avec une vitesse déterminée jusqu'à toute valeur désirée*. L'installation est complétée par un troisième condensateur C_3 de très forte capacité, branché en dérivation aux bornes de l'alternateur fournissant le courant au disjoncteur; une bobine de self-induction L étant en outre insérée entre ledit condensateur et le disjoncteur en essai; grâce à ce condensateur, l'alternateur est protégé complètement contre toute surtension dangereuse.

Enfin il est à remarquer que le condensateur C_2 disposé aux bornes du disjoncteur forme avec la self-inductance L un circuit oscillant de faible amortissement et de fréquence propre bien déterminée, qu'il paraît légitime d'assimiler à un réseau type idéal. (La fréquence propre du circuit en question n'est que faiblement altérée par la présence du condensateur de protection C_3, dont la capacité est choisie aussi élevée que possible; on pourrait d'ailleurs aisément tenir compte de cette présence.)

Il est à noter que le rôle essentiel du condensateur C_1 est d'assurer l'application brusque d'une tension de valeur finie au circuit de charge du condensateur C_2; sa présence ne serait donc pas indispensable au cas où l'on disposerait d'une source auxiliaire présentant une onde de tension d'allure convenable, telle que la tension aux bornes du disjoncteur croisse suivant une pente déterminée dès la séparation des contacts.

ONDES HERTZIENNES. — *Réflexion dans l'atmosphère des ondes de radiodiffusion.* Note ([1]) de Mme **Irène Mihul** et M. **Constantin Mihul**, présentée par M. Aimé Cotton.

Nous nous proposons, dans cette Note, d'expliquer le fait que les ondes de radiodiffusion sont mieux réfléchies par l'ionosphère pendant la nuit que pendant la journée. Admettons que dans l'ionosphère inférieure l'intervalle de temps τ entre deux chocs successifs d'un électron contre les molécules du gaz varie avec l'altitude h suivant la courbe τ (voir figure) et que l'ionisation est représentée par les courbes A, B, C : A se rapportant à la journée, B et C aux heures successives de la soirée. Cette évolution, qui explique d'ailleurs la disparition pendant la nuit des échos E, produit un accroissement très grand du coefficient de réflexion des ondes longues, juste au niveau où les ondes entrent dans la couche ionisée, de sorte qu'il se forme à ce niveau un miroir pour les ondes de radiodiffusion. Nous avons



calculé ces coefficients à l'aide de la formule $R = (\Delta n^2 + \Delta k^2)/4(n^2 + k^2)$, après avoir pris pour Δn et Δk les différences des valeurs de l'indice de réfraction n et du coefficient d'extinction k entre les niveaux où les courbes A, B, C coupent l'axe h et les niveaux qui dépassent le leur d'un dixième de λ. Nous avons rassemblé quelques valeurs ainsi trouvées dans le Tableau qui suit :

λ (mètres)........	100.	200.	400.	600.	1200.	2400.
A................	0,000	0,000	0,000	0,001	0,007	0,02
B................	0,000	0,001	0,01	0,03	0,07	0,07
C................	0,000	0,005	0,1	0,1	0,1	0,1

([1]) Séance du 8 novembre 1937.

On y voit qu'aux heures où l'ionisation est profonde les ondes longues sont seules réfléchies d'une façon notable. Cela tient au fait que la profondeur de l'ionosphère d'un dixième de λ et par suite la valeur de N à la limite supérieure de la couche réfléchissante croissent avec λ et qu'en même temps, pour $\mathcal{T} \ll T$, les mêmes valeurs de $\mathcal{T}$ et N donnent des conductibilités proportionnelles aux λ. Quand on passe aux ionisations moins profondes, les grandes valeurs de $\mathcal{T}$ au niveau où commence la couche ionisée, font que k et surtout n croissent très vite avec l'altitude. Cela fait que la réflexion des ondes supérieures à $\lambda = 100$ mètres est grandement améliorée ([2]).

En comparant les modes de réflexion dans l'ionosphère des ondes courtes et des ondes de radiodiffusion on voit une différence essentielle : les premières sont réfléchies à l'intérieur de l'ionosphère par un phénomène de mirage, tandis que les autres subissent la véritable réflexion à l'entrée même dans l'ionosphère. Cette réflexion a lieu dans une couche qui ne dépasse pas une petite fraction de λ. Pour de grandes longueurs d'onde et des ionisations peu profondes cette couche est plus mince qu'un dixième de λ, étant donné que ces ondes, puissamment absorbées, ne peuvent pénétrer à une telle profondeur. La couche réfléchissante est la même pour toutes les ondes. Il en résulte que ce sont les mêmes électrons qui, au-dessus de Luxembourg, réfléchissent les ondes diffusées par la station de Beromünster et en même temps exécutent leurs vibrations sous l'action des ondes émises par Radio-Luxembourg. On entrevoit ainsi la possibilité de l'interaction entre les ondes de radio comme il a été observé en 1933 par Tellegen.

Nous avons effectué nos calculs sur les bases de la théorie de Ionescu et Mihul ([3]) en gardant le postulat de la constance dans un lieu donné de l'ionosphère de l'intervalle de temps $\mathcal{T}$ entre deux chocs successifs d'un électron contre les molécules du gaz. Dans ce cas particulier de la réflexion ionosphérique des ondes de radiodiffusion on arrive aux mêmes conclusions si l'on fait les calculs en admettant que τ varie conformément à la théorie cinétique classique. Il suffit d'admettre, comme nous l'avons fait, que le

---

([2]) Dans les cas où notre Tableau donne des RR très petits on trouve des coefficients de réflexion notables plus haut. Ces régions de réflexion, effectives pour les ondes courtes à l'incidence normale, perdent de leur importance pour les incidences obliques à cause de l'absorption qu'elles subissent en décrivant leurs trajectoires en arc.

([3]) *Journal de Physique*, 6, 1935, p. 388.

plafond d'ionisation monte le soir et descend le matin dans le domaine atmosphérique où $\mathfrak{T}$, durée moyenne de la vie d'un électron entre deux chocs, a l'ordre de grandeur donné dans notre figure.

SPECTROSCOPIE. — *Sur la transmission de quelques oxydes dans l'infrarouge lointain.* Note [1] de M. **Maurice Parodi**, présentée par M. Aimé Cotton.

Nous avons étudié, par la méthode des rayons restants, en utilisant un dispositif déjà décrit [2], la transmission de quelques oxydes du type X — O, X — O^2 et X^2 — O^3.

Pour cette étude nous les avons pulvérisés et déposés entre deux lames de paraffine.

I. *Oxydes du type* X — O. — Nous avons signalé [3] l'existence pour CoO [4], CuO et CdO de bandes correspondant à des longueurs d'onde fondamentales ayant respectivement pour valeurs : $38^{\mu},5$, 38^{μ} et $51^{\mu},1$. Une étude plus poussée nous conduit à distinguer, à coté de ces bandes, des bandes secondaires ayant pour longueur d'onde :

Corps.	CoO.	CuO.	CdO.
$\lambda(\mu)$......	28 (357 cm^{-1})	30 (333 cm^{-1})	40 (250 cm^{-1})

Ces bandes sont dues à des fréquences de combinaisons dont on peut justifier la présence, d'après Born et Blackmann [5], en supposant les oscillations anharmoniques. Les fréquences ν' de ces bandes sont alors données en fonction des fréquences ν_0 des bandes fondamentales par la relation

$$\nu' = \nu_0 \frac{\sqrt{M_1} + \sqrt{M_2}}{\sqrt{M_1 + M_2}},$$

M_1 et M_2 étant les masses atomiques des constituants.

---

(1) Séance du 8 novembre 1937.

(2) M. Parodi, *Comptes rendus*, 204, 1937, p. 1111.

(3) M. Parodi, *Comptes rendus*, 204, 1937, p. 1636.

(4) La valeur donnée pour CoO, obtenue à partir de la courbe tracée dans la note (3), coïncidant avec celle obtenue expérimentalement.

(5) M. Born et E. Blackmann, *Zs. Physik*, 82, 1933, p. 551.

En appliquant cette relation aux oxydes précédents, il vient

Corps.	ν' calculé.	ν' observé.
CoO	350 cm^{-1}	357 cm^{-1}
CdO	248 »	250 »
CuO	333 »	350 »

On voit que pour les deux premiers oxydes l'accord est satisfaisant; pour CuO la concordance est moins bonne, probablement parce que cet oxyde est triclinique et non cubique comme les deux précédents.

II. *Oxydes du type* $X-O^2$. — Nous avons étudié TiO^2 (rutile), MnO^2, MoO^2 et PbO^2 qui cristallisent dans le système quadratique. Entre 20 et 60$^\mu$ se placent les trois groupes de bandes suivants :

Corps.	$\lambda_1(\mu)$.	$\lambda_2(\mu)$.	$\lambda_3(\mu)$.
TiO^2	30,5	41	50
MnO^2	29	40,7	50
MoO^2	27	40	51,5
PbO^2	30,5	42	53

Nous remarquons que les bandes λ_1 de MnO^2 et de PbO^2 se trouvent au voisinage des bandes fondamentales de MnO (33$^\mu$) et de PbO (30$^\mu$,7). De plus si l'on trace les courbes représentant les variations de λ_1, λ_2 et λ_3 en fonction du nombre atomique du métal figurant dans ces oxydes, on trouve sensiblement des droites.

III. *Oxydes du type* X^2-O^3. — Nous avons étudié Mn^2O^3, Ni^2O^3, Al^2O^3, Sb^2O^3 dans le même intervalle de longueurs d'onde.

Les résultats obtenus figurent dans le tableau suivant :

Corps.	$\lambda(\mu)$.			
Mn^2O^3	28,5	33,6	42,8	53,5
Ni^2O^3	28,5	33	42,6	52
Al^2O^3	–	30,5	41	51,5
Sb^2O^3	23	28		56

Pour Ni^2O^3 et Mn^2O^3 qui sont quadratiques, nous remarquons le même nombre de bandes et pour des longueurs d'onde très voisines, ce qui ne saurait être étonnant puisque leurs réseaux cristallins ont les mêmes modes de vibration et que les masses de Mn et de Ni sont voisines.

Pour Mn^2O^3 nous pouvons noter également que la bande de 33$^\mu$,6 est très voisine de la bande fondamentale de MnO (33$^\mu$).

Pour Al^2O^3 et Sb^2O^3 qui sont respectivement rhomboédrique et

cubique, on observe seulement trois bandes, ce qui s'explique par la différence des modes de vibrations de leurs édifices cristallins avec ceux des deux premiers oxydes.

Au sujet de Sb^2O^3 nous pouvons remarquer de plus que la seconde bande est peut être le premier harmonique de celle située à 56^{μ}.

PHYSIQUE. — *Sur les rayons anodiques des métaux lourds et, en particulier, du plomb.* Note de MM. **André Poirot** et **Maurice Auclair**, présentée par M. Aimé Cotton.

L'un de nous a montré [1] qu'on peut obtenir, par la méthode de l'anode chaude et en utilisant un dispositif expérimental convenable, des émissions régulières et durables de rayons anodiques non seulement de lithium mais aussi de sodium, de potassium, de calcium, de baryum et de chrome. Il a obtenu récemment des émissions de zinc [2].

Il était à prévoir que, contrairement à l'opinion généralement admise, on peut aussi obtenir des émissions de rayons anodiques avec les métaux les plus lourds et, en particulier, avec le plomb.

Le seul procédé utilisé jusqu'ici pour produire des rayons positifs de plomb consistait [3] à faire passer une décharge dans un tube renfermant de la vapeur de plomb tétraméthyl; malheureusement cette vapeur se décompose très rapidement. Il était donc intéressant, même pour l'étude des isotopes, d'obtenir des rayons de masse du plomb sous une forme ou sous une autre, mais d'une façon régulière, abondante et durable.

Nous avons réalisé des émissions de rayons anodiques de plomb en partant du bromure pur (point de fusion : $\Theta \sim 370°C.$). Le chlorure ($\Theta \sim 495°C.$), très volatil, ne convient pas.

Ces émissions sont obtenues en maintenant l'anode à un potentiel de 40 à 45 kilovolts, valeur beaucoup plus élevée que dans tous les cas précédemment étudiés; le courant qui traverse le tube est alors de l'ordre de 0,4 mA. Le faisceau des rayons anodiques a une couleur bleu violet, celle que donne à la flamme le chlorure de plomb. L'émission, particulièrement stable, dure une trentaine de minutes; une amélioration du

(1) A. Poirot, *Ann. de Phys.*, 11e série, **4**, 1935, p. 583.
(2) A. Poirot, *J. de Phys.*, 7e série, **7**, 1936, p. 95 S.
(3) F. W. Aston, *Proc. Roy. Soc.*, **134**, 1932, p. 571; **140**, 1933, p. 535.

dispositif anodique, en cours d'exécution, permettra de prolonger notablement cette durée.

Le bromure de plomb ne donne pas lieu à des émissions à froid du genre de celles rencontrées avec le chlorure de zinc (²).

Le spectre de la lumière émise, étudié dans le domaine 3200-4500 Å, comprend les raies du spectre d'arc du plomb, les raies les plus intenses des spectres d'arc du calcium et de l'aluminium qui proviennent de traces d'impuretés contenues dans le chlorure de plomb et quelques raies du cuivre qui résultent d'une pulvérisation partielle de la cathode en cuivre rouge par les rayons anodiques; on remarque aussi un spectre de bandes dont le porteur est le groupement CH^+ : il résulte du bombardement par les rayons anodiques et cathodiques de molécules d'hydrocarbures provenant de la volatilisation partielle de la graisse des rodages. La lumière émise est suffisamment intense pour permettre des recherches spectroscopiques et, en particulier, pour étudier l'effet Döppler et l'effet Stark.

Il n'est pas douteux que les résultats obtenus sur les métaux déjà étudiés et principalement sur le plomb ne puissent être généralisés et que, pour tous les métaux, quelles que soient leurs valences, du plus léger au plus lourd, on ne puisse obtenir des émissions intenses, régulières et durables de rayons anodiques.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur quelques complexes bromocupriques.* Note (¹) de M. **Alfred Silberstein**, présentée par M. Georges Urbain.

Nous avons remplacé dans le sel double du cuivre et d'ammonium $\begin{bmatrix} CuBr^4 \\ 2H^2O \end{bmatrix}(NH^4)^2$ les 2 molécules d'eau par 2 molécules d'une base telle que l'ammoniaque, la pyridine, l'aniline, l'orthotoluidine. Cette étude chimique a été faite avec l'intention d'examiner à l'aide des rayons X comment se fait le remplacement de l'eau par ces amines dans le sel $\begin{bmatrix} CuBr^4 \\ 2H^2O \end{bmatrix}(NH^4)^2$ (²).

Quelques-uns de ces corps ont été décrits : $\begin{bmatrix} CuBr^4 \\ 2NH^3 \end{bmatrix}(NH^4)^2$ par MM. Spacu

(¹) Séance du 8 novembre 1937.

(²) A. Silberstein, *Comptes rendus*, 202, 1936, p. 1196 (Structure du $\begin{bmatrix} CuBr^4 \\ 2H^2O \end{bmatrix}(NH^4)^2$).

et Creaugu ([3]) et par M. Job ([4]); $\begin{bmatrix} CuBr^4 \\ 2Py \end{bmatrix}(NH^4)^2$ par MM. Spacu et Creaugu ([5]).

Nous avons refait ces sels en précisant leurs conditions de formation et nous avons étendu notre étude aux composés contenant de l'aniline et de l'orthotoluidine dans l'ion complexe.

Les composés avec la pyridine, l'aniline, l'orthotoluidine se forment directement en laissant agir quelques centimètres cubes de l'aniline correspondante dissoute dans 100^{cm^3} d'essence de pétrole rigoureusement exempte d'alcool, sur le bromure double de cuivre et d'ammonium finement pulvérisé. On agite pendant 48 heures. On lave les sels ainsi obtenus avec de l'éther de pétrole et l'on sèche dans un courant d'air sec. Le composé obtenu est vert avec la pyridine, jaune brun avec l'aniline et noir avec l'orthotoluidine.

Les meilleurs résultats pour la préparation du sel $\begin{bmatrix} CuBr^4 \\ 2NH^3 \end{bmatrix}(NH^4)^2$ ont été obtenus en mélangeant une solution concentrée de 250^g du bromure d'ammonium avec 20^{cm^3} d'ammoniaque concentrée et en ajoutant goutte à goutte une solution concentrée de bromure ou de sulfate cuivrique. Le sel vert olive précipite lentement. On ajoute du bromure ou du sulfate cuivrique jusqu'à ce que la solution devienne bleu pâle. Si l'excès de bromure d'ammonium n'est pas suffisant, le sel complexe est souillé d'hydroxyde de cuivre.

Nous avons déterminé les densités de ces sels par la méthode du flacon dans le xylène ($d = 0,862$) à 20°C. ([6]).

$$\begin{bmatrix} CuBr^4 \\ 2NH^3 \end{bmatrix}(NH^4)^2, \quad d = 2,780\ (\pm 0,002);$$

$$\begin{bmatrix} CuBr^4 \\ 2Py \end{bmatrix}(NH^4)^2, \quad d = 2,142\ (\pm 0,002);$$

$$\begin{bmatrix} CuBr^4 \\ 2An \end{bmatrix}(NH^4)^2, \quad d = 2,137\ (\pm 0,001);$$

$$\begin{bmatrix} CuBr^4 \\ 2orthoT_0 \end{bmatrix}(NH^4)^2, \quad d = 2,090\ (\pm 0,005).$$

([3]) *Bull. Soc. Sc. Cluj*, 2, 1924, p. 244.

([4]) *Comptes rendus*, 184, 1927, p. 104.

([5]) *Bull. Soc. Sc. Cluj*, 2, 1924, p. 244-279.

([6]) Méthode appliquée par M. Damiens aux solides pulvérulants. *Thèse* de M. Damiens, p. 23, Paris, 1922.

Le sel $\left[\begin{matrix}CuBr^4\\ 2NH^3\end{matrix}\right](NH^4)^2$, quel que soit son mode de préparation ([7]), donne un diagramme de poudre présentant exactement les mêmes raies que celui du bromure d'ammonium. Mais les intensités des raies correspondantes sont différentes dans les deux diagrammes. Les intensités des raies (111), (200), (210) du bromure d'ammonium vont en croissant dans l'ordre indiqué. Par contre, les raies correspondantes du sel $\left[\begin{matrix}CuBr^3\\ 2NH^4\end{matrix}\right](NH^4)^2$ ont à peu près la même intensité.

La structure de $\left[\begin{matrix}CuBr^4\\ 2H^2O\end{matrix}\right](NH^4)^2$ peut se décrire comme une structure de bromure d'ammonium dans laquelle la moitié des atomes d'azote sont remplacés par des atomes d'oxygène. Les atomes de cuivre s'insèrent dans l'édifice ainsi formé pour imposer une « surstructure ».

Le remplacement d'azote par l'oxygène contribue à détruire la symétrie cubique pour imposer une symétrie quadratique [$c/a = 1{,}054$].

Le sel $\left[\begin{matrix}CuBr^4\\ 2NH^3\end{matrix}\right](NH^4)^2$ garde la même structure, mais le rapport c/a est redevenu égal à 1.

Les trois paramètres $a = b = c$ sont égaux à 8,14 Å (double de celui du bromure d'ammonium).

Nous conservons le groupe spatial D_{4h}^{14} ([2]), étant donné que l'ammoniaque n'est pas identique à l'ion ammonium

$$D_{cal} = 2{,}82.$$

Partant de cette hypothèse nous avons calculé les intensités de réflexions. Celles-ci sont en bon accord avec les intensités observées.

Plans (hkl) du $\left[\begin{matrix}CuBr^4\\ 2NH^3\end{matrix}\right](NH^4)^2$.	Plans (hkl) du NH^4Br.	Intensités calculées du $\left[\begin{matrix}CuBr^4\\ 2NH^3\end{matrix}\right](NH^4)^2$.	Intensités calculées du NH^4Br.
(100) ([8])..........		0	
(200).............	(100)	897	1110
(220).............	(110)	4027	2940
(222).............	(111)	974	640
(400).............	(200)	1006	740
(420).............	(210)	833	936

([7]) Préparé par voie sèche en décomposant le sel $\left[\begin{matrix}CuBr^4\\ 6NH^3\end{matrix}\right](NH^4)^2$, où par voie humide.

([8]) Le plan (100) a une intensité égale à 0, car les atomes de cuivre donnant une « surstructure » forment une maille cubique centrée.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le paramètre du protoxyde de fer pur.* Note [1] de M. **Jacques Bénard**, présentée par M. Georges Urbain.

Certains auteurs ont émis des doutes quant à la possibilité d'obtenir une phase cristalline dont la composition réponde exactement à la formule du protoxyde de fer. En particulier Jette et Foote [2], à la suite d'une étude aux rayons X, ont repris l'hypothèse de Schenck [3], d'après laquelle le protoxyde de fer préparé par réduction de Fe^2O^3 serait en réalité une phase plus riche en oxygène (Wüstite). Selon ces auteurs, l'excès d'oxygène serait dû à l'existence de lacunes de fer dans le réseau qui provoqueraient une diminution du paramètre cristallin a. Ils attribuent à FeO pur la valeur $a = 4,33$ Å, qui n'est jamais atteinte, mais qu'ils obtiennent par extrapolation.

Au cours d'une étude de la décomposition de cet oxyde [4] suivant la réaction [5]

$$4FeO \rightarrow Fe + Fe^3O^4,$$

nous avons constaté des différences dans les dimensions de la maille cristalline des produits trempés à haute température suivant les conditions de préparation. Nous nous sommes proposé de rechercher si ces variations pouvaient être attribuées à l'existence dans le réseau d'un excès de l'un ou l'autre des éléments constitutifs. Le contrôle de la pureté par l'analyse chimique ne nous a pas paru susceptible d'apporter un élément certain d'appréciation en raison des faibles quantités mises en cause et de la nécessité dans laquelle on se trouve de doser l'oxygène par différence.

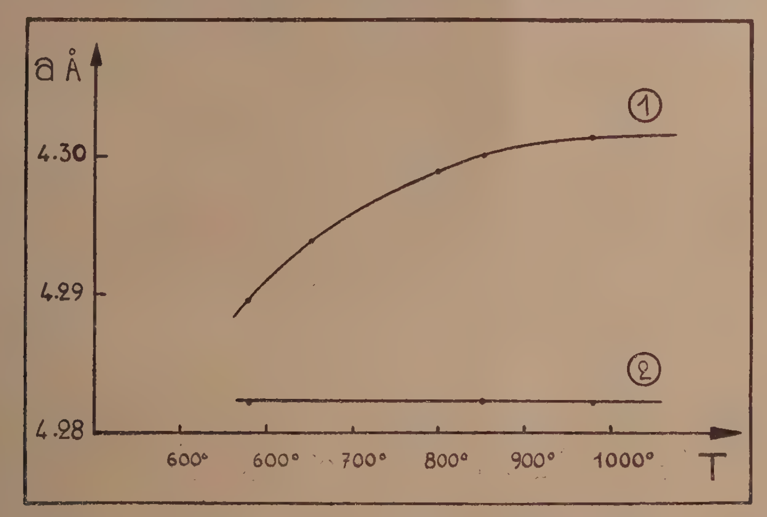
Par suite des faibles variations du paramètre nous avons dû adapter à ce travail une méthode d'analyse cristalline par rayons X en retour utilisée principalement jusqu'ici dans l'étude des métaux. La juxtaposition du diagramme d'une substance étalon et l'emploi pour le dépouillement de courbes d'enregistrement microphotométriques nous ont assuré d'une fidélité supérieure au millième d'Angström dans la mesure de l'arête du cube élémentaire.

---

(1) Séance du 8 novembre 1937.
(2) *J. Chem. Physics*, **1**, 1933, p. 29-36.
(3) Schenck et Dingman, *Z. anorg. Chem.*, **182**, 1929, p. 97-117.
(4) Bénard et Chaudron, *Comptes rendus*, **202**, 1936, p. 1336.
(5) G. Chaudron, *Comptes rendus*, **172**, 1921, p. 152.

Dans une première série d'essais, nous avons examiné un certain nombre d'échantillons de protoxyde de fer préparés par réduction du sesquioxyde dans les mélanges de $Co - Co^2$ ou $H^2 - H^2O$, et amenés par une trempe rapide à la valeur ambiante. Leurs paramètres sont compris entre les valeurs extrêmes $a = 4{,}2820$ Å et $a = 4{,}2984$ Å.

Par recuit sous vide des oxydes à faibles paramètres, en présence d'un excès de fer, on provoque leur accroissement jusqu'à une valeur limite qui est elle-même d'autant plus grande que la température de trempe est plus élevée. La courbe ci-dessous montre que le paramètre d'un échantillon,



Variation du paramètre cristallin du protoxyde de fer par chauffage aux différentes températures. 1, en présence du fer; 2, en présence de magnétite.

initialement égal à 4,2820 Å, passe en présence de fer à 4,2894 Å à 580° et à 4,3013 Å à 980°.

La transformation est réversible et l'on observe par recuit aux températures inférieures une variation de a en sens inverse. Ce dernier fait n'est pas en accord avec la théorie lacunaire car on ne peut concevoir qu'une partie du fer s'échappe du réseau en présence d'un excès de ce métal; il s'explique au contraire normalement par la diminution de la solubilité du fer avec la température. On doit donc considérer les oxydes à paramètres élevés comme des solutions solides de fer dans FeO et ceux à paramètres inférieurs comme plus proches du protoxyde pur.

Sous l'influence de Fe^3O^4 le paramètre décroît jusqu'à la valeur limite

$a = 4{,}2820$ Å. Nous considérons que cette valeur représente le paramètre réel du protoxyde de fer, car on l'obtient quelle que soit la température de recuit, et elle se retrouve dans les produits obtenus à la suite de trempes particulièrement rapides. Nous avons constaté que le coefficient d'aimantation prenait alors une valeur minima voisine de $\chi = 100.10^{-6}$ C.G.S.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'existence de l'anhydride chloreux.* Note de MM. **C. F. Goodeve** et **F. D. Richardson**, présentée par M. Jean Perrin.

M. Kantzer (¹) décrit la préparation de Cl^2O^3, dont on n'avait plus parlé depuis un demi-siècle environ.

En 1842 déjà, N. A. E. Millon (²) prétendit à l'existence de cet oxyde; il fut ensuite, soi-disant, préparé par un grand nombre d'expérimentateurs qui obtinrent pour ce gaz des densités très variables. W. A. Miller (³) en 1845 et D. Gernez (⁴) en 1872 montrèrent que le spectre d'absorption de ce prétendu Cl^2O^3 correspondait exactement à celui du dioxyde de chlore. En 1881, K. Gazarolli-Thurnlackh (⁵) montrèrent, en mesurant le volume des gaz obtenus dans la décomposition de l'oxyde, qu'il ne s'agissait pas de Cl^2O^3. On arriva, par conséquent, à la conclusion qu'il s'agissait toujours d'un mélange de dioxyde, d'oxygène et de chlore, contenant aussi un peu de dioxyde de carbone quand une matière organique avait été utilisée pour la réduction.

Kantzer aurait maintenant préparé Cl^2O^3 par l'action de l'acide sulfurique concentré sur un mélange de chlorate de potassium et d'acide undécylénique, à $-15°$. Selon cet auteur, l'étude spectroscopique des produits gazeux de la réaction met en évidence la présence de Cl^2O^3. Vu que nous avons essayé, en vain plusieurs fois, de préparer cet oxyde par l'action d'acide sulfurique ou phosphorique concentré sur le chlorite de baryum à basse température, le travail de Kantzer nous a vivement intéressés et nous avons tenté de le reproduire.

Nous n'avons pas pu répéter l'expérience à $-15°$, car, à cette température, le mélange d'acide undécylénique et de chlorate faisait explosion lorsqu'on y ajoutait, même goutte à goutte, l'acide sulfurique. A $-78°$, il

(¹) *Comptes rendus*, **145**, 1936, p. 158.
(²) *Ann. Chim. Phys.*, 3ᵉ série, **7**, 1843, p. 331; *Lieb. Ann.*, **46**, 1843, p. 302.
(³) *Phil. Mag.*, 3ᵉ série, **27**, 1845, p. 87.
(⁴) *Comptes rendus*, **74**, 1872, p. 804.
(⁵) *Lieb. Ann.*, **209**, 1881, p. 184; *Ber. d. chem. Ges.*, **14**, 1881, p. 28.

en était de même lorsque les substances solides étaient pures; par contre la réaction s'effectuait plus tranquillement lorsqu'elles étaient mélangées à quatre fois leur poids de silice en poudre. La préparation était effectuée dans le vide et les produits de la réaction condensés dans un tube plongeant dans de l'air liquide. Le produit solide était homogène et jaune clair comme le dioxyde. Il fut tout d'abord distillé dans un autre tube, puis évaporé dans un tube de 16^{cm} de long et examiné au moyen d'un spectroscope.

Lorsque la pression du gaz était faible, l'absorption ne dépassait pas 4180 Å, mais lorsque la pression était progressivement augmentée, des bandes de plus en plus larges apparaissaient jusqu'à 4260 Å, de sorte que le spectre apparaissait finalement continu depuis cette longueur d'onde jusqu'à 2800 Å. Les longueurs d'onde des bandes comprises entre 4260 et 4650 Å, identiques à celles des bandes que Kantzer attribue à Cl^2O^3, se trouvèrent identiques aussi à celles des bandes principales de ClO^2 étudiées par B. Kabitz (6), H. Mayer (7), C. F. Goodeve et C. P. Stein (8), W. Finkelnberg et H. J. Schumacher (9) et H. C. Urey et H. Johnston (10). Cependant, quelques-unes de celles-ci manquent dans la liste de Kantzer. D'autre part notre substance ne contenait pas Cl^2O^7, qui, d'après Kantzer, devrait se former en même temps que Cl^2O^3. Selon cet auteur, l'heptoxyde devrait également se former dans la réaction *classique* de l'acide sulfurique concentré sur le chlorate de potassium; cependant, malgré un grand nombre d'essais, nous n'avons pu déceler la formation de ce composé dans cette réaction.

Il semble donc qu'une fois de plus le dioxyde de chlore a été pris pour l'anhydride chloreux.

---

(6) *Diss. Bonn.*, 1905.
(7) *Zeit. physik. Chem.*, **113**, 1924, p. 220.
(8) *Trans. Far. Soc.*, **25**, 1929, p. 738.
(9) *Zeit. physik. Chem.*, Bodenstein Festband, 1931, p. 704.
(10) *Physical Rev.*, **38**, 1931, p. 2131.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le mécanisme de décomposition de la cémentite pure par les acides.* Note [1] de MM. **Alexandre Travers** et **Robert Diebold**, présentée par M. Robert Lespieau.

Nous avons indiqué [2] un mode de préparation de la cémentite pure, et fait connaître quelques-unes de ses propriétés.

Nous exposerons aujourd'hui les raisons probables de la présence du carbone libre dans le résidu d'attaque de Fe^3C par les acides, et le mécanisme de cette attaque.

Schenck [3] et ses collaborateurs, dans deux importants mémoires, ont signalé, dans les produits d'attaque acide « d'alliages ferreux métallographiquement définis », la présence de *carbone libre* et indiqué la proportion du carbone total du carbure, libérée sous cette forme : celle-ci peut atteindre jusqu'à 78 pour 100. Il ne s'agit pas d'un produit de réaction « accidentel », mais bien d'un des produits les plus importants de la réaction.

Le même auteur a montré qu'on obtenait en même temps un dégagement de carbures d'hydrogène gazeux, qu'il a soumis à une analyse très soignée. Ces carbures appartiennent surtout à la série *oléfinique* (3 à 4 pour 100 seulement du carbone total sont sous la forme de carbures saturés, CH^4, C^2H^6).

Pour expliquer la présence de C libre, Schenck suppose que la réaction de dissociation du méthane est encore possible à la température de l'attaque (voisine de 100°).

Il est curieux qu'il fasse jouer exclusivement au méthane un rôle particulier, alors que ce gaz ne représente qu'une faible fraction de la phase hybrocarbures, et que le *propylène* intervient pour plus de 50 pour 100. D'ailleurs l'extrapolation de l'équilibre

$$CH^4 \rightleftharpoons C + 2H^2$$

jusque vers 100°, paraît bien discutable.

Puisque dans la phase hydrocarbure on observe surtout des oléfines, on,

(1) Séance du 26 octobre 1937.

(2) *Comptes rendus*, 205, 1937, p. 797.

(3) Schenck, *Z. anorg. Chem.*, 127, 1923, p. 101.

doit retrouver dans le carbure Fe^3C la structure oléfinique, c'est-à-dire la double liaison

$$>C=C<;$$

la formule du carbure n'est donc certainement pas Fe^3C, mais un polymère $(Fe^3C)^n$. L'éthylène ne se polymérisant pas à la pression et à la température ordinaires, et ne donnant d'ailleurs que des carbures à nombre pair d'atomes de carbone, on ne peut admettre $(Fe^3C)^2$, formule supposée par Campbell ([4]). Il est plus logique de penser que l'attaque donne *directement des oléfines de rang élevé* (hexène, octène par exemple), mais leur cracking à *basse* température est évidemment un peu surprenant.

La nature des oléfines dégagées paraît donc encore difficile à expliquer. Peut-on par contre interpréter le carbone libre? Nous le pensons.

La réaction *primaire* serait la suivante :

1° dissolution du fer et obtention d'un résidu carboné, renfermant le squelette éthylénique $>C=C<$;

2° l'hydrogène dégagé remplacerait les valences du fer, et ne saturerait que très incomplètement la double liaison, en *raison de l'absence de catalyseurs.*

Son activité décroîtrait à mesure que le pH augmente (explication de l'effet dû à l'accroissement de concentration en ions Fe). En présence d'oxydants faibles, à réaction acide, l'hydrogène serait brûlé *sélectivement*, et le squelette carboné resterait libre.

On expliquerait ainsi

1° le rôle des sels ferriques, signalé par Schenck;

2° le rôle du réactif de Carnot et Goutal ([5]), $(CuCl^2.2KCl)$, employé dans le dosage du carbone total dans les aciers : *tout* le carbone du carbure est libéré dans l'attaque;

3° le rôle de $HgCl^2$, la réaction dans ce cas ne va pas jusqu'au bout, à cause du dépôt de $HgCl$ qui recouvre Fe^3C.

AsO^4H^3, CrO^3 ne peuvent être employés comme acides oxydants, car ils *passivent* le carbure, comme PO^4H^3.

Remarque sur le carbone libre obtenu. — Le C libre qui accompagne la désagrégation du carbure par les acides présente des propriétés *adsor-*

([4]) Campbell, *Amer. Chem. J.*, 18, 1895, p. 836.

([5]) Carnot et Goutal, *Comptes rendus*, 124, 1897, p. 75; 125, 1897, p. 148 et 213.

bantes tout à fait remarquables : il adsorbe 20 pour 100 d'eau, 15 pour 100 d'iode en poids, et présente à ce point de vue une supériorité très nette sur les charbons *actifs* ordinaires. On ne peut lui enlever complètement l'eau adsorbée qu'en le chauffant dans un courant d'azote à 600°.

De cette étude de la réaction des *acides* sur la cémentite, il *résulte qu'il est impossible de doser chimiquement la cémentite dans un métal ferreux, par dissolution sélective du fer* : le carbure est toujours attaqué, avec libération de carbone, en même temps qu'il se dégage des carbures gazeux. Il se comporte, en partie du moins, comme un mélange de carbone et de fer, c'est-à-dire comme les produits de sa dissociation. Ceci fait songer au travail récent de Kotaro Honda (6) d'après lequel la cémentite ne serait pas stable à la température ordinaire, contrairement à l'opinion admise, et n'atteindrait son domaine de stabilité vraie qu'à température supérieure à 940°.

Seules les méthodes physiques sont susceptibles, à l'heure actuelle du moins, de donner un dosage de Fe^3C. C'est le cas de la méthode dilatométrique indiquée par M. Chevenard (7).

CHIMIE ORGANIQUE. — *Condensation de l'acétone avec l'acide phénylpyruvique.* Note de M. **Paul Cordier**, présentée par M. Auguste Béhal.

Poursuivant nos recherches sur le comportement de l'acide phénylpyruvique vis-à-vis des corps possédant un groupement carbonyle, nous nous sommes proposé d'étudier l'action de l'acétone sur cet acide α-cétonique.

Au cours d'une étude approfondie de l'acide benzylpyruvique, M. J. Bougault (1) a montré, en particulier, que cet acide se condense aisément avec l'acétone pour donner naissance à un acide alcool cétonique dont la structure répond à la formule

$$C^6H^5-CH^2-CH^2-C(OH)-COOH$$
$$CH^2-CO-CH^3$$

(6) Kotaro Honda, *Sc. Rep. Tohoku*, 25, 1936, p. 2026.
(7) Chevenard, *Comptes rendus*, 164, 1917, p. 1005.

(1) *Comptes rendus*, 155, 1912, p. 477; *Journ. Ph. Ch.*, 7e série, 6, 1912, p. 343.

Ce corps donne facilement naissance, par déshydratation, à un acide cétonique éthylénique.

Il nous a semblé d'autant plus intéressant d'examiner l'action de l'acide phénylpyruvique comparativement à celle de l'acide benzylpyruvique.

I. Nous avons d'abord essayé la condensation en présence de potasse; nous avons utilisé l'acide phénylpyruvique sous la forme de sel de sodium, les meilleurs résultats ont été obtenus en mettant en réaction 1^{mol} de phénylpyruvate de sodium, un excès d'acétone (4^{mol}) et 2^{mol} de potasse, en milieu aqueux; la condensation est réalisée à la température du laboratoire et on laisse en contact huit jours.

Par la suite nous avons remplacé la potasse par le carbonate de potassium et avons de la sorte doublé le rendement. Dans ce cas nous mettons en contact 1^{mol} de phénylpyruvate de sodium avec 5^{mol} d'acétone, en présence de 1^{mol} de carbonate de potassium, nous opérons en milieu aqueux et abandonnons quatre jours à la température du laboratoire.

Pour isoler le composé formé nous avons suivi le mode opératoire suivant: le mélange réactionnel est traité par un excès d'acide chlorhydrique et épuisé par l'éther, la solution éthérée est agitée avec une solution de carbonate de sodium qui sépare les composés acides que l'on extrait par l'éther après acidification, l'éther est distillé et le résidu obtenu est constitué par le mélange de l'acide phénylpyruvique et de l'acide formé au cours de la réaction.

Nous avons utilisé pour la séparation de ces deux corps la propriété de l'acide phénylpyruvique de donner facilement une combinaison bisulfitique (²); en conséquence le résidu précédent est traité par une solution de sulfite neutre de sodium et la solution aqueuse obtenue est acidifiée par de l'acide chlorhydrique et agitée avec de l'éther qui isole l'acide non combiné au bisulfite. Après distillation et séchage du résidu dans le vide sulfurique on obtient un amas cristallin qui est purifié avantageusement par le benzène où il est peu soluble à froid et très soluble à chaud.

Le produit ainsi obtenu fond nettement à 105°; ce corps est très soluble dans l'eau, très soluble dans l'éther, insoluble dans l'éther de pétrole. La détermination du poids moléculaire par acidimétrie donne une valeur comparable à celle d'un acide contenant une molécule d'acide phénylpyruvique et une molécule d'acétone (P. M. trouvé 221; théorique 222).

(²) Mlle HEMMERLÉ, *Thèse de Doctorat en Pharmacie*, Paris, 1917, p. 12.

Nous pouvons lui attribuer l'une des deux formules

$$\begin{array}{ll} C^6H^5 - CH^2 - C(OH) - COOH & C^6H^5 - CH - CO - COOH \\ \qquad\qquad\quad | & \qquad\qquad | \\ \qquad\qquad CH^2 - CO - CH^3 & \quad CH^3 - C(OH) - CH^3 \\ \qquad\qquad\quad (I). & \qquad\qquad (II). \end{array}$$

La structure représentée par le schéma (II) suppose la présence d'une fonction alcool tertiaire placé en γ par rapport au carboxyle, elle permet donc de prévoir la formation aisée d'une lactone; au contraire le schéma (I) laisse entrevoir la transformation facile en acide éthylénique; les faits suivants sont en faveur de la structure représentée par la formule (I).

II. Nous avons essayé l'action déshydratante de l'acide chlorhydrique en milieu acétique, réactif qui réalise particulièrement bien la déshydratation de l'acide acétone-benzylpyruvique, obtenu par M. J. Bougault, en acide cétonique éthylénique (³).

La réaction conduit aisément à un acide éthylénique, peu soluble dans l'eau, se présentant en belles aiguilles cristallines, fondant à 93°.

Le poids moléculaire déterminé acidimétriquement correspond à celui d'un acide dont la structure répond au schéma (III) ou (IV) (chiffre trouvé 203,5; chiffre théorique 204)

$$\begin{array}{ll} C^6H^5-CH^2-C-COOH & C^6H^5-CH=C-COOH \\ \qquad\qquad\quad \| & \qquad\qquad\quad | \\ \qquad\qquad CH-CO-CH^3 & \qquad\quad CH^2-CO-CH^3 \\ \qquad\qquad (III). & \qquad\qquad (IV). \end{array}$$

Nous poursuivons actuellement l'étude de ce composé de façon à préciser la place de la double liaison.

Conclusion. — Comme son homologue supérieur, l'acide phénylpyruvique se condense avec l'acétone en donnant un acide alcool cétonique facilement déshydraté en acide cétonique éthylénique.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse d'un dérivé de l'oxy-hydroquinone.* Note de M. **Maxence Meyer**, présentée par M. Marcel Delépine.

On sait que l'éther malonique se condense avec les cétones éthyléniques de formules générales $RR'C:CH.CO.CH^3$. Cette condensation a été

(³) *Comptes rendus*, 155, 1912, p. 477; *Journ. Ph. Ch.*, 7ᵉ série, 6, 1912, p. 343.

étudiée en particulier par Vorlander (¹), Crossley (²), puis par Komppa (³) qui s'en est servi pour préparer l'acide diméthyl-glutarique avec lequel il a réalisé la synthèse du camphre.

Ces différents auteurs ont montré que l'addition de l'éther malonique sur la double liaison de la cétone éthylénique est suivie d'une cyclisation, et l'on obtient finalement des homologues de l'éther dihydro-résorcilique de formule (I) qui se transforment par saponification, puis décarboxylation de l'acide obtenu en homologues de la dihydrorésorcine ou cyclohexane-dione de formule (II).

```
     R   R'                                   R   R'
      \ /                                      \ /
       C                                        C
CH²/       \CH—CO²C²H⁵                  CH²/       \CH²
  |         |                             |         |
CO\        /CO                          CO\        /CO
      CH²                                     CH²
      (I).                                   (II).
```

J'ai réalisé de la même façon la condensation de l'éther éthoxymalonique sodé avec l'oxyde de mésityle; la réaction s'écrit

```
    (CH³)²                                  (CH³)²
     ||                                      ||
     C                      OC²H⁵             C
HC/                                    HC/       \C/OC²H⁵
                  + Na C—CO²C²H⁵   =     ||        | \CO²C²H⁵  + C²H⁵OH
 C—O                    CO²C²H⁵        NaOC\      /CO
  \                                          CH²
   CH³                                               (III).
```

Le sodium d'une part, le reste $—C(OC^2H^5)(CO^2C^2H^5)^2$ d'autre part, se fixent aux deux extrémités de la double liaison conjuguée

$$O—\overset{|}{C}—CH—\overset{|}{C}—;$$

le composé d'addition qui en résulte se cyclise immédiatement avec élimination d'une molécule d'alcool pour donner le dérivé sodé (III). En décomposant (III) par un acide, on obtient l'éther éthoxydiméthylrésorcilique qui peut prendre la forme dicétonique (IV) ou la forme cétoénolique (V).

(¹) *Liebigs Annalen*, **294**, 1897, p. 300.

(²) *J. Chem. Soc. London*, 5, 1889, p. 773.

(³) *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, **32**, 1889, p. 1442.

En particulier, c'est la forme (V) qui réagit sur la semi-carbazide pour donner une mono-semi-carbazone. On obtient enfin l'éthoxydiméthyl-dihydrorésorcine ou éthoxydimédone de formule (VI) par saponification

$(CH^3)^2=C$; CH^2, $C(CO^2C^2H^5)(OC^2H^5)$, CO, CH^2, CO

(IV).

$(CH^3)^2=C$; CH, $C(CO^2C^2H^5)(OC^2H^5)$, CO, CH^2, HOC

(V).

$(CH^3)^2=C$; CH^2, $CH\,OC^2H^5$, CO, CH^2, CO

(VI).

de (V) et décarboxylation de l'acide obtenu.

Partie expérimentale. — Pour réaliser la condensation, on prépare 1^{mol} de dérivé sodé de l'éther éthoxy-malonique en suspension dans un mélange constitué par 8 parties de toluène et 2 parties d'alcool absolu et l'on y ajoute $1^{mol},1$ d'oxyde de mesityle. La préparation est mise dans un flacon soigneusement bouché et laissée pendant 15 jours à la température du laboratoire, puis on la chauffe pendant 8 jours à 50°.

Elle est ensuite traitée et l'on obtient l'éther IV sous forme d'un liquide visqueux jaune d'or qui bout à 126° sous 2^{mm} et qui donne une mono-semi-carbazone fondant à 236° au bloc Maquenne après recristallisation dans l'alcool méthylique.

La saponification se fait très difficilement; il faut mettre environ 6^{mol} de soude pour 1^{mol} d'éther. L'acide diméthyl-éthoxy-résorcilique obtenu se décarboxyle pendant la saponification et l'on obtient l'éthoxy-dimédone (VI) qui bout à 111-112° sous $2^{mm},5$. On la purifie en la dissolvant dans le benzène et en la reprécipitant par addition d'éther de pétrole. Elle fond à 85°,5.

CRISTALLOGRAPHIE. — *Cristallisation du silicotungstate d'ecgonine.* (*Enregistrement cinématographique*). Note de MM. **René Hazard**, **Jean Comandon** et **Pierre de Fonbrune**, présentée par M. Charles Mauguin.

Le silicotungstate d'ecgonine, d'aspect amorphe au moment de sa formation, subit ensuite, en quelques minutes, sans que rien n'ait été changé aux conditions physicochimiques primitives du milieu, une transformation en produit cristallisé qu'il est intéressant de suivre au microscope et à

l'ultramicroscope. Le cinématographe permet d'en saisir mieux encore les phases successives.

Ce silicotungstate étant relativement soluble, on doit le précipiter en liqueur assez concentrée : on ajoute à 1^{cm^3} d'une solution d'ecgonine à 1 pour 100, 1^{cm^3} d'une solution à 2 pour 100 d'acide chlorhydrique des laboratoires; on verse dans la liqueur 1^{cm^3} d'une solution à 10 pour 100 d'acide silicotungstique (réactif de G. Bertrand). Il se fait aussitôt un précipité amorphe, formé de sortes de grains de sable très fins.

Après quelques minutes, on constate qu'il s'est fait par places, au milieu du sable opaque, de fines aiguilles cristallines. Ces aiguilles occupent la partie centrale d'une sorte de plage claire dont la périphérie est bordée par les grains de sable qu'une phase liquide sépare des aiguilles. On voit celles-ci s'accroître, se prolonger peu à peu dans tous les sens, produisant en lumière normale les colorations multiples des lames minces. A leur voisinage et sur tous les plans, les grains se détachent progressivement de la masse et, entraînés vers les aiguilles, s'amenuisent et se dissolvent dans la phase liquide. Les aiguilles continuent à progresser avec régularité dans la masse granuleuse qui finalement disparaît totalement.

Tout se passe comme si la formation des aiguilles désaturait la phase liquide, permettant à celle-ci de dissoudre (dissolution qui entraîne les mouvements des grains) une nouvelle quantité du composé amorphe et de servir de liquide nourricier pour les aiguilles.

La transformation que l'on vient de décrire n'est pas la seule à laquelle on peut assister. Dans la masse amorphe se sont formés, en plus des aiguilles, et en petit nombre, des cristaux très réfringents dont il est difficile de préciser le système cristallin. Ces cristaux, entourés également d'une plage claire, s'accroissent eux aussi, mais lentement, aux dépens des grains amorphes.

Ils ne représentent pas, ainsi qu'on pourrait le croire, une forme stable du silicotungstate. En effet, lorsqu'une aiguille passe à leur proximité, on les voit subir une destruction progressive : leurs arêtes perdent de leur netteté, leur masse s'opacifie et se dissocie en particules. Celles-ci, comme les grains, se dissolvent progressivement et disparaissent tandis que les aiguilles continuent à s'accroître.

Lorsque l'on opère la précipitation du silicotungstate d'ecgonine dans des conditions de milieu différentes (en ajoutant à 1^{cm^3} de solution d'ecgonine à $0^g,5$ pour 100, 1^{cm^3} de réactif de G. Bertrand), il se fait à partir des grains amorphes qui semblent leur donner naissance directement, des

sortes de cristaux cunéiformes qui subissent la transformation en aiguilles par un processus de fragmentation et de dissolution analogue à celui qui a été décrit ci-dessus pour les cristaux.

Il semble donc qu'à partir d'une forme amorphe instable puissent naître deux formes cristallines : l'une de stabilité relative (cristaux); l'autre de stabilité absolue (aiguilles cristallines). L'enregistrement cinématographique permet de suivre les phénomènes de fragmentation et de dissolution du composé le moins stable qui précèdent la formation des cristaux.

GÉOLOGIE. — *Découverte du Rhétien à* Avicula contorta *Portl. dans la chaîne du Djurdjura.* Note de M. **Alexis Lambert**, transmise par M. Charles Jacob.

Des recherches effectuées au cours de l'été 1937 dans la série des dépôts jurassiques de la chaîne du Djurdjura m'ont donné l'occasion de découvrir plusieurs horizons fossilifères qui permettront de préciser prochainement la stratigraphie de ces terrains.

Parmi ces découvertes, celle d'*Avicula contorta* Portl. m'a paru particulièrement intéressante étant donné la rareté, dans toute l'Afrique du Nord, de ce fossile caractéristique.

Jusqu'à présent le Rhétien certain était inconnu tant en Algérie qu'en Tunisie. Les couches attribuées à cet étage par G. B. M. Flamand, dans la région de Tifrit en Oranie, ont dû être en effet rajeunies à la suite de l'étude récente entreprise en ce point par M. G. Dubar ([1]).

Au Maroc le Rhétien avait été signalé par L. Gentil à El Aoudj, dans les Rehamna ([2]).

En l'absence de fossile tout à fait caractéristique, il est possible que cette attribution ne soit pas entièrement justifiée. Par contre le Rhétien certain à *Avicula contorta* est connu dans le Rif, où il a été signalé par MM. A. Marin, M. Blumenthal et P. Fallot ([3]).

Cette localisation d'*Avicula contorta* en deux régions du Moghreb aussi éloignées l'une de l'autre, mais appartenant toutes deux à une même unité

([1]) *Sur le Lias de Tifrit* (*C. R. Soc. Géol. France*, fasc. 8-9, 1932, p. 106-108).

([2]) L. Gentil, *Notice sur les Titres et Travaux scientifiques*, Paris, 1918.

([3]) *Observations géologiques sur le nord-ouest du Rif marocain* (*Bull. Soc. Géol. France*, 4e série, 30, fasc. 7, p. 659-735).

paléogéographique (*Zone I* de L. Glangeaud, *bourrelet liminaire africain* de P. Fallot), paraît intéressante à souligner.

Les échantillons d'*Avicula contorta* découverts dans le Djurdjura proviennent du versant nord-est du Tamgout de Lalla Khredidja, dans la vallée des Aït Ouabane. Ils ont été recueillis au nord-ouest du point 1.676, dans des calcaires jaunâtres apparaissant dans le talus de la route touristique de Tizi n'Kouilal à Tirourda. Leur détermination m'a été confirmée par M. A. Lanquine.

Dans la région où ces fossiles ont été récoltés, la succession des assises inférieures du Lias est assez difficile à établir. Une coupe très nette peut être relevée par contre non loin de là, le long de la piste de Tizi n'Kouilal à Tikjda. Au-dessus des derniers bancs de grès rouges du Permien (ou Permo-Trias ?) on observe en ce point :

1° 20^m de cargneules jaunâtres ;
2° 10 à 15^m de dolomies pulvérulentes ;
3° 4 à 5^m de cargneules ;
4° $1^m,50$ de calcaire gréseux ;
5° 20^m de calcaires dolomitisés, en bancs de $0^m,50$ à 1^m, parfois oolithiques, avec intercalations d'argiles vertes.

C'est dans la partie supérieure de cet ensemble, appelé Infralias par Ficheur, que se placent les calcaires jaunâtres à *Avicula contorta* de la vallée des Aït Ouabane.

Il est possible de penser, dans ces conditions, que les termes inférieurs (1, 2 et 3) de cette série dite infraliasique appartiendraient peut-être encore au Trias, dont le faciès serait ici moins franchement lagunaire que dans les autres régions de l'Algérie.

MÉTALLOGÉNIE. — *Sur l'origine de l'or dans les confins guinéo-soudanais et dans l'ancienne Haute-Volta.* Note de MM. **Jean Sagatzky** et **Rostislav Goloubinow**.

M. Pierre Legoux ([1]), reprenant une idée exprimée par l'un de nous ([2]) et n'ayant qu'une valeur strictement locale, a cherché à étendre l'hypo-

([1]) *Comptes rendus*, 202, 1936, p. 2164.
([2]) Rostislav Goloubinow, *Géologie et ressources en or du Nord-Est de la Guinée française. Thèse*, Nancy, 1936.

thèse de l'origine granitique de l'or à toute la région de Siguiri, voire à toute l'A. O. F. (Afrique Occidentale Française). D'après la documentation qu'il a consultée, la relation des gisements aurifères avec des roches basiques serait exceptionnelle et il tend à relier la métallogénie de l'or en A. O. F. à des venues magnétiques acides.

Jugeant la valeur d'une hypothèse métallogénique d'après les résultats matériels que donne son application à la prospection minière, nous avons cru utile de préciser notre point de vue, qui est différent.

La relation d'un groupe de gisements aurifères avec une roche éruptive peut être établie par deux méthodes, savoir : 1° par des preuves indirectes; 2° par la prospection géochimique différentielle.

I. *Les preuves indirectes* sont soit l'absence ou la présence d'indices d'or dans les terrains en liaison avec la roche éruptive (filons, éluvions, alluvions, latérites), soit le groupement ou l'enrichissement des gisements autour des affleurements de la roche mère supposée. C'est surtout d'elles que nous ferons état ici. Nous basant sur un total de plus de 15 ans d'expérience et de plusieurs milliers d'essais à la batée dans les régions étudiées, nous croyons pouvoir apporter à cet égard les conclusions suivantes.

a. Les latérites adhérentes aux sommets de montagnes de roches basiques (dolérites récentes, gabbros anciens etc.) et en provenant donc exclusivement, contiennent parfois des traces d'or décelables à la batée. Dans les mêmes circonstances, les latérites des granites n'en contiennent pas.

b. Il y a des alluvions aurifères dans les ruisseaux coulant exclusivement sur des roches basiques anciennes. Par contre, les concentrés alluvionnaires des régions exclusivement granitiques sont stériles et, quelquefois seulement, faiblement minéralisées.

c. Il y a des gisements d'or éluvionnaires et filoniens irréguliers sur ou dans certaines roches basiques. De tels gisements sont très rares dans les granites et se localisent alors dans les granites écrasés, à proximité du contact avec des schistes ou des roches basiques. L'examen du groupe de filonnets donne l'impression qu'ils ne naissent pas dans le granite, mais plutôt dans la profondeur du pays schisteux, recoupé par des roches basiques, et viennent mourir dans le granite.

d. Les roches basiques sont souvent riches en pyrite et en chalcopyrite. La présence de cette dernière dans la minéralisation filonienne des schistes

coïncide avec l'apparition de teneurs d'or intéressantes dans le même réseau filonien. Les sulfures deviennent rares dans les régions granitiques, surtout quand on s'éloigne des zones de contact avec les roches basiques. La minéralisation granitique est généralement d'un type moins profond (Bi, As, Sb, Sn, F, C). Des filons présentant ce type de minéralisation existent dans les régions schisteuses, mais sont d'habitude pauvres ou stériles.

e. Les concentrés alluvionnaires et éluvionnaires dans les régions schisteuses ne montrent en général aucun enrichissement certain près du contact avec les granites. Par contre, au voisinage des roches basiques il y a souvent un enrichissement en or (surtout en Haute-Volta).

II. On peut suivre le phénomène gîte aurifère en lui-même par la *prospection géochimique différentielle* des roches mères possibles ([3]). Dans une région métallogénique donnée, la roche éruptive qui contient d'une façon normale et constante la plus grande teneur en or est la roche mère des gisements du voisinage. Les abaissements de la teneur de la roche, riche ailleurs, dénotent le départ de l'or qui, véhiculé par des solutions hydrothermales, est allé se déposer plus loin, dans des roches (imprégnations) ou des cassures (filons). Nous avons obtenu les résultats d'une telle prospection, dont les conclusions confirment et précisent celles fournies par la prospection à la batée.

En résumé, dans l'ancienne Haute-Volta et les confins guinéo-soudanais, l'or semble être en relation avec plusieurs venues éruptives, d'âge et de composition différents, parmi lesquelles les gabbros et roches vertes anciennes du Birrimien supérieur d'une part, et certaines dolérites récentes d'autre part, tiennent une place prépondérante. La relation métallogénique de l'or avec les granites y est plutôt exceptionnelle et n'a quelques chances de s'observer que dans certaines provinces telles que le Ménien et le Bourré occidental, une partie de la région aurifère de Bamako, et de rares gisements isolés en Haute-Volta. La notion de cette relation ne peut donc être étendue ni à l'ensemble des confins guinéo-soudanais, ni surtout à toute l'A. O. F.

([3]) Vsévolod Goloubinow, *Comptes rendus*, 204, 1937, p. 1075.

GÉNÉTIQUE. — *Sur la composition chimique des* Triticum, *des* Ægilops *et de leurs hybrides*. Note de M. **Emile Miège**, présentée par M. Louis Blaringhem.

Parmi les espèces croissant au Maroc, nous avons examiné, au point de vue de leur croisement, *Ægilops ovata* L. var. *nigra* B. R. et *typica* Eig., Æ. *triuncialis* L. ssp., Æ. *triaristata* Willd. var. *typica* Eig. et, dans les deux premières, des échantillons recueillis dans des localités nettement différentes (Fès, Ouezzane, Ifrane, Rabat), puis *Haynaldia villosa* (L.) Schur. Nous les avons comparées à deux variétés de blé : *Triticum durum* Desf. var. *melanopus* K. (nº 250) et *Triticum vulgare* H. var *albo-rubrum* K. (nº 422), cultivées dans les mêmes régions, ainsi qu'aux hybrides de ceux-ci ♂ avec *Æ. ovata* var. *nigra* ♀. Il en résulte que :

1º Les genres *Triticum*, *Haynaldia* et *Ægilops*, bien que très voisins du point de vue botanique, sont nettement séparés par la composition chimique de leurs grains entiers décortiqués ou de leurs farines uniformément extraites à 50 pour 100. L'analyse (humidité, cendres, taux d'azote et de gluten, matières amylacées, sucres et matières grasses) révèle que les différences de composition, assez faibles entre les espèces spontanées, deviennent importantes lorsqu'on compare celles-ci aux blés cultivés. Elles affectent principalement le taux des matières minérales, de l'azote et du gluten, beaucoup plus élevé dans *Haynaldia* et *Ægilops* que dans *Triticum* où, par contre, les matières amylacées sont plus abondantes.

2º Cette composition moyenne est assez inégale, dans un même genre, suivant les espèces et les variétés considérées, comme aussi selon leur origine géographique.

3º La descendance de ces hybrides est profondément influencée par le géniteur *Ægilops*. La (F3) est, en effet, caractérisée par un taux d'humidité intermédiaire entre ceux des parents, une teneur en cendre (2,24 et 2,45) beaucoup plus voisine de celle d'*Ægilops* (2,59) que de *Triticum* (1,3 et 1,27), un pourcentage d'azote (3,35 et 2,97) et de gluten (19,10 et 18,45) se rapprochant également davantage de celui de l'espèce sauvage (4,02 et 21,5) que des blés (2,11 et 1,82, 12,1 et 11,71), une proportion de matières grasses (1,70 et 2,24) plus forte que dans ces derniers (1,53-1,70); seules les matières amylacées échappent à cette règle

et sont plus abondantes dans la descendance (73,7 et 69,6) que dans les deux parents.

En (F4), où les caractères morphologiques inclinent vers ceux des *Triticum*; cette influence prépondérante d'*Ægilops* subsiste encore nettement, mais tend à s'atténuer, sauf pour l'humidité. Les résultats diffèrent quelque peu selon qu'il s'agit des hybrides de *T. durum* ou de *T. vulgare*. Alors que, dans ces derniers, la proportion de tous les constituants examinés diminue et se rapproche ainsi, légèrement, de celle des blés tendres, elle augmente, au contraire faiblement (sauf pour l'azote), dans la descendance des blés durs. En effet, alors que le taux des cendres passe, respectivement, de 2,24 et 2,45 à 2,18 et 2,35 dans les (F3) et (F4) des deux catégories, celui de l'azote s'abaisse de 3,35 à 3,09 dans la descendance de *T. vulgare* et s'élève de 2,977 à 3,155 dans celle de *T. durum;* de même, la teneur en amidon passe de 73,7 à 71,2 dans la première, et de 69,6 à 71,5 dans la seconde.

En résumé, j'ai constaté le comportement récessif des caractères : faible teneur en matières minérales et en azote; puis l'influence dominante du géniteur *Ægilops*. Ces résultats s'accordent avec ceux de P. Shibaev dans les croisements *Agropyrum* × *Triticum* (¹) et de Mme Sosa-Bourdouil avec *Zea* × *Euchlæna* (²) et confirment la tendance nette de ces hybrides vers le type sauvage et ancestral.

GÉNÉTIQUE. — *Nouveaux hybrides pentaploïdes chez les Iris des jardins* (I. germanica *hort.*). Note de M. **Marc Simonet**, présentée par M. Louis Blaringhem.

Chez les Iris des jardins (*I. germanica* hort.), la pentaploïdie est un phénomène rare. Le premier, en 1932 (¹), nous avons signalé que l'*I. magnifica*, à $2n = 60$, se comporte ainsi dans la série polyploïde qui caractérise ce groupe d'Iris (*Pogoniris*) : $2n = 24$ (diploïde), $2n = 36$ (triploïde), $2n = 48$ (tétraploïde) et $2n = 60$ (pentaploïde). Depuis, M. F.

(¹) *Journ. Americ. Soc. Agron.*, 14, 1937, p. 437.

(²) C. Sosa-Bourdouil et E. Miège, *Bull. biolog. France et Belgique*, 70, 1936, p. 358.

(¹) *Bull. biol. France et Belgique*, 66, 1932, p. 255-446.

Randolph, en 1934 (²), a fait connaître qu'une autre variété, l'*I. rhea* est également pentaploïde. Tous deux sont issus d'un semis naturel de l'*I. isoline* (Vilm.), type triploïde à $2n = 36$, le premier, obtenu en France, par Vilmorin (1921), le second, aux États-Unis, par Williamson (1928). De plus, la possibilité que nous avons eu de trouver l'origine de l'*I. magnifica* sur les cahiers de semis Vilmorin, nous a permis de suggérer, lors de l'étude de cette variété, que celle-ci devait être apparue après duplicature de la garniture chromosomique ♀, à la suite d'une fécondation illégitime d'un type tétraploïde, en l'occurrence l'*I. cypriana* : $2n = 36$ ♀ et $n = 24$ ♂ : $2n = 60$.

La découverte de variétés à polyploïdie aussi élevée est particulièrement intéressante en ce sens que chez les Iris des jardins, il y a, comme nous l'avons signalé, un rapport étroit entre la quantité de substance chromatique, le volume des cellules et le gigantisme des plantes; en effet, l'*I. magnifica* est, parmi les variétés que nous avons étudiées, celle dont les cellules sont les plus volumineuses et elle possède les inflorescences, les feuilles et les fleurs les plus grandes. L'emploi de cette variété comme géniteur semblait particulièrement indiqué, sans oublier cependant que les types pentaploïdes, par leur garniture chromosomique non équilibrée, donnent une descendance fort variable; mais l'*I. magnifica* s'est révélé complètement autostérile.

Néanmoins, pour tenter d'accroître la polyploïdie des Iris des jardins, et par suite leur gigantisme, nous avons essayé de croiser cette plante avec les formes tétraploïdes; nous n'avons obtenu, comme Randolph d'ailleurs, que des types à polyploïdie plus ou moins intermédiaire à $2n = 49$, 50, 51, 50, 52, 53 et 54.

Toutefois, de nouveaux espoirs furent permis en redécouvrant une variété pentaploïde, hyperpentaploïde même, avec l'*I. Docteur Chobaut* à $2n = 63$, obtenu il y a quelques années par F. Denis d'un semis inconnu. De même que C. Nicholls (³), aux États-Unis, s'efforce sans résultat encore, d'hybrider les deux variétés pentaploïdes : *I. magnifica* et *rhea*, nous avons essayé à Verrières, en 1935, l'intercroisement des *I. magnifica* et *Docteur Chobaut*. Nos tentatives n'ont été que partiellement couronnées de succès : sur 20 fleurs de l'*I. magnifica*, aucune n'a pu être pollinisée par

(²) *Bull. of the American Iris Society*, 52, 1934, p. 61-66.

(³) *The Iris Year Book*, 1935, p. 32-43.

les étamines de l'*I. Docteur Chobaut*, par contre, du croisement inverse, 2 fruits furent obtenus sur les 15 fleurs fécondées et une capsule contenant 16 bonnes graines, l'autre 17.

Sept plantes sont déjà issues de ces deux semis : quatre du premier (n° 250/36), trois du second (n° 251/36). L'étude caryologique qui en a été faite, nous a donné les résultats suivants :

$2n = 58$, 1 plante (n° 251-2/36);
$2n = 59$, 3 plantes (n° 250-2, 250-3 et 251-1/36);
$2n = 60$, 2 plantes (n° 250-4 et 251-3/36);
$2n = 63$, 1 plante (n° 250-1/36).

La série aneuploïde obtenue n'est pas pour nous surprendre; elle résulte de la méïose irrégulière des parents puisque la garniture chromosomique des pentaploïdes n'est pas équilibrée. Le résultat intéressant est d'avoir provoqué l'apparition des types pentaploïdes nouveaux : les plantes à $2n = 58$ et 59 sont des hypopentaploïdes, tandis que celle à $2n = 63$ est hyperpentaploïde.

L'une de ces plantes a déjà fleuri et donne de très grandes fleurs. L'intercroisement de ces formes nouvelles, leur recroisement avec les parents et aussi avec l'*I. Rhea*, qu'un de nos correspondants aux États-Unis, M. Cook, vient de nous envoyer, autorisent tous les espoirs de voir se créer une nouvelle race des Iris des Jardins à fleurs plus grandes. De plus, grâce aux nombreuses irrégularités qu'offre la réduction chromosomique des pentaploïdes, et surtout à la possibilité qu'a le généticiste d'effectuer par l'analyse cytologique, bien avant la floraison, dès la germination, une sélection anticipée des types ayant la constitution caryologique recherchée, il est possible d'envisager l'apparition de types à polyploïdie encore plus élevée, certains à garniture chromosomique tout à fait équilibrée, tels les hexaploïdes ($2n = 72$ et $n = 36$), ce qui serait alors un progrès vraiment réel dans l'amélioration des Iris des Jardins.

ZOOLOGIE. — *Sur un nouveau Téléostéen de la famille des Soléidés*, Pseudaustroglossus annectens. Note de M. **Paul Chabanaud**, présentée par M. Maurice Caullery.

Le Musée Royal d'Histoire Naturelle de Bruxelles m'a confié l'étude d'un Téléostéen dissymétrique de la famille des *Soleidæ*, qui a été capturé dans l'estuaire du Congo, par 20^m de fond.

L'individu ne mesure guère plus de 15^{mm} de longueur totale, dont environ 2^{mm} pour la nageoire caudale. La migration oculaire est achevée, mais de fraiche date; ce dont témoigne l'ampleur de l'intervalle qui sépare les yeux, placés tous deux sur le côté droit de la tête. Le squelette est suffisamment minéralisé pour que l'étude en soit possible, à l'aide de la méthode de Spalteholtz.

La nageoire dorsale (89 rayons) et la nageoire anale (78 rayons) sont contiguës à la nageoire caudale (20 rayons). Le premier rayon dermal de la nageoire dorsale est inséré sur l'aplomb du bord antérieur de l'orbite migratrice. La pectorale zénithale, plus courte que la tête, est triangulaire et beaucoup plus longue que la nadirale. Les vertèbres sont au nombre de 45, dont 10 abdominales. Le clidoste (¹) se dilate, dans sa moitié caudale, de manière à figurer une raquette dont le manche excentré prolongerait l'un des côtés du cadre (le côté dorsal de l'os).

Ce type morphologique, que je propose de nommer *Pseudaustroglossus annectens*, genus novum et species nova, présente une remarquable juxtaposition de caractères, dont les uns appartiennent au genre *Synaptura* Cantor (meo sensu, 1930) et les autres, au genre *Austroglossus* Regan; si bien que l'on est amené à le considérer comme pouvant être un hybride de *Synaptura lusitanica* Capello × *Austroglossus microlepis* Bleeker.

Appartiennent au genre *Synaptura* les caractères suivants : 1° la narine exhalante zénithale est percée devant l'œil fixe et non au niveau de l'espace interoculaire (*Austroglossus*); 2° le processus hémal de chacune des cinq vertèbres abdominales postérieures est impair et médian, surplombant le rein (dans les *Austroglossus*, ces processus sont pairs et se développent de

(¹) Clidoste a pour synonymes : urohyal jugulaire, interclaviculaire, etc.

part et d'autre du rein); 3° 35 vertèbres caudales (48, chez *Austroglossus microlepis*).

Les caractères qui seraient hérités du genre *Austroglossus* sont plus abondants : 1° la lèvre mandibulaire zénithale est dépourvue de cirres; 2° la narine inhalante nadirale est percée à l'extrémité d'un tube très court, érigé parmi le feutrage uniforme des cils épidermiques tactiles (la narine inhalante nadirale des *Synaptura* s'ouvre au milieu d'une volumineuse protubérance, profusément ciliée et circonscrite par un sillon dénudé); 3° le clidoste est en forme de raquette (celui des *Synaptura* est approximativement rectangulaire et la hauteur de sa partie moyenne est toujours égale ou supérieure à celle de l'une quelconque de ses deux extrémités); 4° le nombre des rayons de la nageoire dorsale (D 89) et celui des rayons de la nageoire anale (A 78) s'accordent avec ceux d'*Austroglossus microlepis* (D 87-100; A 74-83), mais non avec ceux d'*Austroglossus pectoralis* Kaup (D 102-111; A 84-95), moins encore avec ceux de *Synaptura lusitanica* (D 71-83; A 58-67); 5° la nageoire pectorale zénithale, subtriangulaire, mesure environ les deux tiers de la longueur de la région céphalique, alors que, dans le genre *Synaptura*, cette nageoire est toujours brièvement arrondie et, au plus, de même longueur, sinon plus courte que son homologue nadirale.

S'il s'agit réellement d'un hybride, celui-ci serait du type en mosaïque, avec prédominance des caractères de l'un des géniteurs (*Austroglossus*). On note toutefois certaines particularités qu'il ne paraîtrait pas absurde, dans l'hypothèse de l'hybride, de considérer comme le rappel d'une morphologie ancestrale, abolie chez les supposés géniteurs immédiats :

1° La nageoire dorsale ne s'étend pas en avant de l'orbite migratrice et ne comporte que 6 rayons céphaliques, au lieu de 9, chez les *Austroglossus*, et de 11 ou de 12, chez les *Synaptura*.

2° Aucun *Synaptura*, ni aucun *Austroglossus*, ne s'est encore montré pourvu de plus de 9 vertèbres abdominales; la dixième vertèbre, que possède *Pseudaustroglossus annectens*, ne pourrait donc apparaître, dans les espèces connues de l'un ou de l'autre de ces deux genres, qu'à titre d'exception individuelle.

En tant qu'hybride, *Pseudaustroglossus annectens* serait le premier qui ait jamais été signalé parmi les *Soleiformes* (*Achiridæ*, *Soleidæ*, *Cynoglossidæ*). En revanche, d'assez nombreux *Pleuronectiformes* (*Scophthalmidæ*, *Pleuronectidæ*, *Samaridæ*, *Rhombosoleidæ*) ont été décrits, avec plus ou

moins de certitude, faute de toute vérification expérimentale, comme autant de produits viables, sinon toujours féconds, du croisement d'espèces que, pour la plupart, la systématique sépare génériquement ([2]). Parmi tous ceux-ci, l'hybride de *Pleuronectes platessa* × *Glyptocephalus cynoglossus* est le seul qui, du fait de la grande dissemblance morphologique de ses géniteurs, offre un exemple comparable à ce qui serait le cas de *Pseudaustroglossus annectens*.

PHARMACOLOGIE. — *L'action de l'acide chlorhydrique sur l'insuline.* Note de M. **Roger Netter** et Mlle **Simone Roche**, présentée par M. Maurice Javillier.

On sait que, par addition d'acide chlorhydrique, les solutions aqueuses d'insuline donnent un précipité et que ce précipité est très actif. Ce fait a été signalé, dès 1923, par H. W. Dudley ([1]).

Nous avons nous-mêmes constaté que toute l'activité physiologique initiale se retrouve dans le précipité quand on prend soin d'opérer à température suffisamment basse (pratiquement aux environs de + 5°C.) et en solution suffisamment concentrée.

Ces expériences ont d'abord porté sur divers échantillons d'insuline amorphe. Nous les avons reprises sur de l'insuline cristallisée (insulinate de zinc) que nous avons préparée à l'aide d'une technique inspirée de celle de D. A. Scott ([2]). L'addition à une solution aqueuse légèrement acide d'insuline cristallisée, d'acide chlorhydrique en quantité suffisante pour que la solution soit rendue au moins normale en HCl, détermine un précipité dont 1/20e de milligramme correspond sensiblement à une unité internationale (titrage effectué sur le lapin).

([2]) *Scophthalmus maximus* × *Scophthalmus rhombus; Lepidopsetta bilineata* × *Platichthys stellatus; Limanda limanda* × *Platichthys flesus; Pseudopleuronectes americanus* × *Limanda ferruginea; Pleuronectes platessa* × *Platichthys flesus*. Cf. J. R. Norman, *A systematic Monograph of the Flatfishes*, **1**, p. 266, 336, 347, 354, 355, 366 et 375, London, 1934.

([1]) *Biochem. Journ.*, **17**, 1923, p. 385.

([2]) *Biochem. Journ.*, **28**, 1934, p. 1592.

Toutefois, ce précipité, aussi actif que l'insuline cristallisée de départ, se distingue de celle-ci par des différences profondes et, en particulier, par les propriétés de ses solutions aqueuses acides.

En effet, on sait que les solutions aqueuses d'insuline donnent par chauffage en milieu acide un précipité, le *heat precipitate*, étudié, notamment par Du Vigneaud et ses collaborateurs ([3]) (ce précipité n'est pas à confondre avec celui qui résulte de l'action des acides à froid). La formation du *heat precipitate* est favorisée par la présence de sels alcalins. Nos propres essais sont en accord avec les observations publiées antérieurement. Ainsi, à titre d'exemple, nous avons noté qu'une solution de sérum physiologique acide (chlorure de sodium 7 pour 1000, acidité ajustée à pH 2), renfermant par centimètre cube 5^{mg} d'insuline cristallisée, donne un précipité après 10 minutes de chauffage à 80°.

Or, dans des conditions comparables de concentration, d'acidité et de température, nous n'observons pas de *heat precipitate* avec des solutions du produit obtenu par l'action à froid de l'acide chlorhydrique au moins normal sur l'insuline. Les deux produits se comportent donc différemment.

Nous pensons avoir le droit de conclure que la réaction de précipitation par l'acide chlorhydrique à froid, réaction qui n'altère pas l'activité physiologique spécifique, n'est pas une réaction aussi simple qu'on le pourrait *a priori* penser.

Ces faits tendent à prouver que, dans l'insuline, la partie de la molécule responsable de la précipitabilité par la chaleur n'est pas identique à celle qui conditionne les propriétés hypoglycémiantes. C'est ce que supposent Du Vigneaud et ses collaborateurs, et nos expériences viennent à l'appui de leur idée; elles nous conduisent, *à partir de l'insuline cristallisée, à une substance ayant encore les propriétés physiologiques de l'insuline, mais ne donnant plus de précipité par chauffage en solution faiblement acide.*

([3]) V. Du Vigneaud, R. H. Sifferd et R. R. Sealock, *Journ. of Biol. Chem.*, 102, 1933, p. 521.

BIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Étude génétique de l'*aphallie *chez* Bulinus (Isidora) contortus *Mich.* Note de M. **Marc de Larambergue**, présentée par M. Maurice Caullery.

L'*aphallie*, ou absence d'organe copulateur, est une anomalie signalée chez quelques Pulmonés. Dans le cas de *Bulinus contortus*, la forme aphallique B ([1]) se rencontre avec une fréquence très variable suivant les régions, à côté de la forme normale A. J'ai donné ([2]) les premiers résultats de l'étude génétique de cette anomalie. A partir d'une souche marocaine, comportant 25 pour 100 de formes B, j'ai pu isoler et maintenir dans une stricte endogamie, pendant dix générations, des lignées différant par les proportions relatives des A et des B.

Lignées α. — Caractérisées par la prédominance du type A (plus de 95 pour 100). Dans ces lignées, les individus B, sporadiques, produisent eux aussi plus de 95 pour 100 de A.

Lignée β. — Caractérisée par la prédominance du type B. Les rares individus A (moins de 5 pour 100) donnent, par autofécondation, presque uniquement des B. Ils n'ont pas perdu l'instinct sexuel et peuvent être utilisés comme mâles dans les croisements.

Pour souligner les différences de comportement qui existent entre les individus des deux types phalliques, suivant la lignée à laquelle ils appartiennent, j'ai employé les symboles A_α, B_α et A_β, B_β.

Parmi les récoltes que j'ai pu examiner, provenant de différentes régions, deux sont particulièrement intéressantes.

1° *Dakar* (envois du Dr Mathis), 11 A et 828 B sur 839 Bulins, soit 1,3 pour 100 de A.

Depuis mai 1935, j'ai élevé quatre générations à partir de cette souche sénégalaise. Tous les sujets mis en expérience (16A et 21B) ont uniformément donné par autofécondation une grande majorité de B.

Au total 2580 Bulins, dont 71A et 2509B, soit 2,7 pour 100 de A.

2° *Le Caire* (par l'intermédiaire de M. Helmy), 444A et 1B sur 445, soit 99,8 pour 100 de A.

([1]) *Comptes rendus*, **195**, 1932, p. 174.
([2]) *Comptes rendus*, **199**, 1934, p. 977.

A partir de cette souche égyptienne, depuis décembre 1935, j'ai observé la descendance autogame de 65 A et 3 B appartenant à quatre générations, tous ont donné presque uniquement des A.

Au total 4851 Bulins, dont 4840 A et 11 B, soit 99,8 pour 100 de A.

Ces observations permettent de considérer la race égyptienne et la race sénégalaise comme représentant, à l'état de ségrégation naturelle, les races α et β mélangées au Maroc. Les résultats des croisements réalisés confirment cette interprétation.

Croisements. — Seuls les Bulins A peuvent être utilisés comme ♂, ce qui réduit à 8 le nombre des combinaisons de croisement possibles entre les quatre catégories d'individus, comme l'indique le tableau suivant :

♂ ♀	B_β	A_β	B_α	A_α
A_α	I	II		
A_β			III	IV

F_1. — Les catégories I, II et III, IV, qui correspondent à des croisements entre lignées opposées, nous retiendront seules pour le moment; dans les autres combinaisons la descendance n'est pas différente de celle que donnent les parents par autofécondation.

I. ♀ $B_\beta \times A_\alpha$ et II. ♀ $A_\beta \times A_\alpha$. — Dans ces deux catégories, après croisement, la F_1 comprend des B et des A mélangés; ces derniers, qui correspondent au phénotype paternel, apparaissent d'abord dans une proportion importante, qui diminue progressivement dans les lots de pontes successifs. Depuis ma première Note (²) j'ai obtenu la confirmation de ces résultats par d'autres croisements similaires utilisant des sujets du Sénégal et d'Égypte et j'ai réalisé les combinaisons inverses ♀ $\alpha \times \beta$.

III. ♀ $B_\alpha \times A_\beta$, cinq expériences. — Tandis que les témoins et le parent ♀ avant d'être fécondé, donnaient une descendance autogame de type α; après croisement, la F_1 comprend toujours un certain nombre de B correspondant au phénotype paternel. Dans les lots de pontes successifs, la proportion relative de ces B diminue; quelques semaines après la fécondation, la descendance est de nouveau du type maternel composée à peu près uniquement de A, comme avant la fécondation.

IV. ♀ $A_\alpha \times A_\beta$, trois expériences. — Les résultats sont exactement comparables à ceux des croisements du type III.

Quel que soit le sens du croisement, $\beta \times \alpha$ ou $\alpha \times \beta$, un certain nombre de jeunes du type paternel apparaissent dans la F_1.

F_2. — Pour obtenir la F_2, j'ai mis en élevage un certain nombre de sujets F_1, A et B, isolés, provenant des différents types de croisements et, à titre de témoins, des jeunes produits par les ♀ avant accouplement.

Les témoins ont toujours donné une descendance du type α ou β caractéristique de la lignée à laquelle ils appartenaient.

Tous les jeunes F_1 de *type paternel*, considérés *a priori* comme hybrides, ont donné une descendance autogame mixte, comprenant un mélange permanent (40 à 60 pour 100 A), quel qu'ait été le sens du croisement originel.

Les jeunes F_1 de *type maternel* se classent en deux groupes; le plus nombreux donne également une descendance mixte; quelques-uns seulement une génération α ou β comme les témoins correspondants.

Dans la première génération, les jeunes de type paternel ne sont donc point les seuls provenant de la fécondation croisée et un certain nombre d'hybrides réalisent le phénotype maternel.

Dans la deuxième génération les A et les B apparaissent avec une fréquence à peu près équivalente, leur valeur génotypique n'est révélée que par l'étude de la F_3. On distingue en effet des A produisant une majorité de A (tendance α), des B produisant une majorité de B (tendance β) et des A ou des B produisant un mélange des deux types phalliques dans des proportions analogues à celles de la F_2. Ces catégories correspondent à la ségrégation des génotypes α et β.

A 16h l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Minéralogie, par l'organe de M. L. de Launay, remplaçant le Doyen empêché, présente la liste suivante de candidats à la place vacante par le décès de M. *H. Douvillé* :

En première ligne........ M. **François Grandjean.**

En seconde ligne, ex æquo *par ordre alphabétique*... MM. **Léon Bertrand,**
Paul Gaubert,
Paul Lemoine,
Emmanuel de Margerie,
Albert Michel-Lévy.

Les titres de ces candidats sont discutés.
L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à $17^h 15^m$.

E. P.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus pendant les séances d'octobre 1937.

Ali Nel Sogno. Metamorfosi senza fine, par Enrico Casaccio. Caltanisetta, Cav. Uff. S. Di Marco, 1937; 1 fasc. 20cm,5.

Technique et Économie nouvelles des carburants de synthèse, par Ch. Berthelot et M. Hot. Paris, Dunod, 1937; 1 vol. 21cm,5 (présenté par M. L. Guillet).

Sophus Lie Gesammelte Abhandlungen. Anmerkungen zum zweiten Bande, par Friedrich Engel et Poul Heegaard. Leipzig, B. G. Teubner, 1937; Oslo, H. Aschehoug et Cie, 1937; 1 vol. 24cm (en langue allemande).

Sophus Lie Gesammelte Abhandlungen. Geometrische Abhandlungen, par Friedrich Engel et Poul Heegaard, deuxième partie. Leipzig, B. G. Teubner, 1937; Oslo, H. Aschehoug et Cie, 1937; 1 vol. 24cm (en langue allemande).

Badania Petrograficzne Wegla Pokladu Otto, Kopalnia Radzionków Górny Ślask (Petrographical investigations of the Otto coald bed, Radzionków mine, Upper Silesia), par Adam Drath et Stanislaw Jaskólski. Extrait de *The XII annual of the Polish Geological Society, forming Volume dedicated to professor Charles Bohdanowicz for celebration of the fiftieth Anniversary of his scientific Works*. Kraków, 1936; 1 fasc. 23cm (en langue polonaise).

Henry Le Chatelier. Discours prononcés à la séance solennelle du 24 avril 1937. Paris, Gauthier-Villars, 1937; 1 vol. 23cm,5.

Au Groenland avec Charcot, par Jean-Louis Faure. Paris, Nelson, 1937; 1 vol. 16cm (présenté par M. J.-L. Faure).

Les variations périodiques des glaciers des Alpes suisses. Cinquante-septième rapport 1936 rédigé par le Dr Paul-Louis Mercanton, extrait de la Revue *Les Alpes*, no 8, 1937, Berne, Staempfli et Cie; 1937; 1 fasc. 26cm.

Dix années d'activité de l'Institut roumain de l'Énergie (1926-1936), par Ernest Abason. Bucarest, Imprimerie nationale, 1937; 1 fasc. 26cm.

(*A suivre.*)